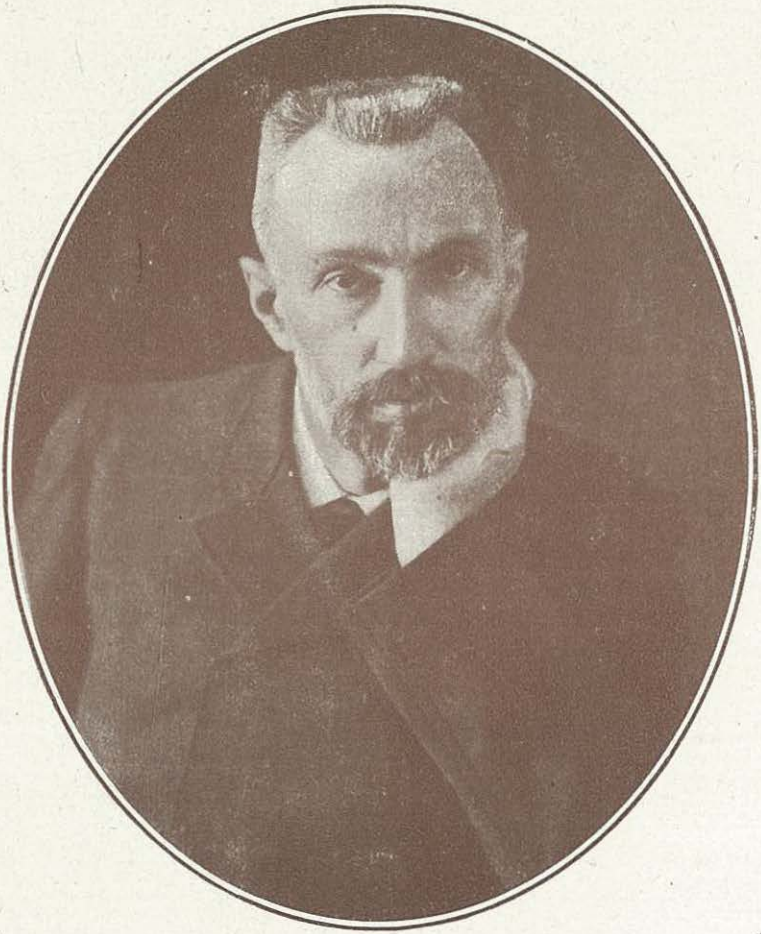
J. Velasco Pajares

Manual de Radiumterapia

40€
(dedicado
autor)

MANUAL DE RADIUMTERAPIA

Es propiedad del Autor



P. CURIE

malogrado hombre de ciencia que en unión de su esposa descubrió el radio

Manual de Radiumterapia

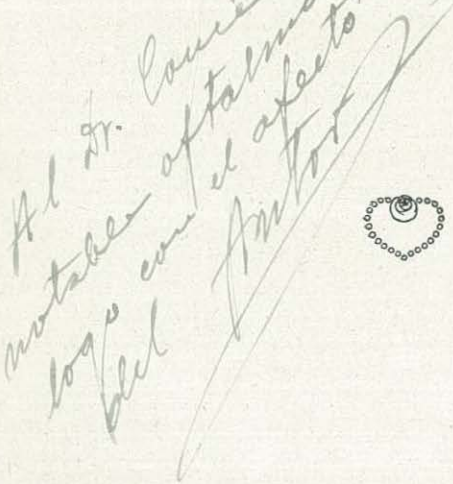
(Fisio-química, Biología, Farmacología y clínica del Radio, Mesotorio, Torio X y Actinio)

POR EL DOCTOR

José Pelasco Pajares

PREFACIO DEL

Dr. B. Szilard



MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DEL ASILO DEL NIÑO JESÚS

1917

PREFACE

Dans l'histoire des sciences il est sans exemple la découverte et le développement des phénomènes de radioactivité; jamais jusqu'àlors une manifestation aussi faible de la nature ne fut acceuillie avec autant de curiosité, étudiée avec autant d'enthousiasme, et n'a progressé à pas aussi gigantesques.

Le plus grands esprits du sicèle, les savants de toutes les sciences, les élevés de toutes les doctrines, et même les romanciers, les industriels et les commercants furent touchés: chacun regarda avec une impatiente expectation ce que cette énergie, à peine perceptible alors, pourrait apporter afin d'éclaircir la Nature, faire comprendre les choses et nous épargner désormais tout travail par sa force qui rayonne d'une source mystèrieuse; pour guréir toutes les maladies.

Et les promesses que l'humanité s'est faite ne se sont encore jamais réalisés dans une paraille mesure.

On a trouve d'abord que cette énergie, intimement liée à la substance qui la rayonne, possède une source indestructible; que cette énergie est des plus puissantes de la Nature et qu'aucune autre force jusqu'ici connue ne peut arrèter, ni même pas influencer. La substance rayonnante continue d'émettre son énergie avec la même intensité quelque soit la pression ou vide auxquels elle est soumise soit-ce à la température de l'air liquide ou à celle de l'arc électrique; soit-ce à une force électrique, magnétique, électromagnétique, sonore ou lumineuse.....

On n'a pas tardé à découvrir que cette énergie, émise si débilement par l'uranium est rayonnée plus fortement par d'autres éléments tels que le polonium, radium, actinium, etc., et que cette propriété de rayonner avec une certaine intensité est *inséparable* du même élement: ce pouvoir rayonant est spécifique pour chacun et invariable, indestructible et intransmettable, car cette propiété siège dans leur *atomes.*

C'est avec surprise qu'on a constaté qu'augmenter ou diminuer l'énergie d'un corps radioactif, ce qu'on ne peut provoquer par aucune force, peut se faire spontanement. On arrive à séparer de l'uranium une substance. l'Uranium X, d'un pouvoir rayonnant plus intense que l'uranium lui-même. l'Uranium devient ainsi plus faible d'énergie, mais au bout de peu de jours l'uranium *récupère* son énergie primitive et l'uranium X isolé *perd* son pouvoir rayonnant. L'étude de ce phénomène a conduit à la découverte la plus grande du siècle: la transformation des éléments.: L'uranium est la mère de l'uranium X auquel il donne naissance. *Pendant l'unité de temps un nombre d'atomes d'uranium disparaissent en donnant naissance à un nombre proportionel d'atomes d'uranium X*, L'uranium X, à son tour donne naisance, en mourant lui-même à son descendant, et ainsi de suite. L'intervalle de temps entre la naissance et la transformation du même atome d'un même élément est *la durée de vie d'un élément.*

Il a été mis en évidence que c'est la transformation de l'élément, ou ce qui en équivaut *la naissance de la progéniture qui est accompagnée de l'émission de l'énergie:* la vie proprement dites des éléments n'est donc accompagnée d'aucune manifestation enérgetique.

Nombreux étaient les moyens essayés en vue de diminuer ou de prolonger la durée de vie des élements radioactifs: on n'a jamais réussi. La transformation se fait spontanément et avec une rigoureuse exactitude que seule la nature connait et ne se laisse influencer par aucun des moyens connus, aussi peu que la gravitation universelle. Comme celle-ci elle présente une certaine évolution en fonction du *temps;* aussi elle pourrait servir, tout autant comme la gravitation, à la mesure du temps; il suffirait pour cela de mesurer par intervalle l'intensité

rayonnante d'une substance à durée de vie connue. On pourrait se servir ainsi pour unité de temps: la durée de vie d'un atome d'un élément radioactif.

Les élements dits ordinaires paraissent avoir également une «vie» définie, mais probablement plus longue que les éléments dits radioactifs; la mort et renaissance de leur atome se produisant seulement par grand intervalle de temps, nous en prenons plus difficilement connaissance.

Les corps ent donc une intensité rayonnante d'autant plus grande que leur vie est plus courte, ou avec d'autres termes ils rayonnent d'autant plus intensement que le nombre d'atomes transformés par unite de temps est plus grand.

Aussi ce sont les éléments à manifestations énergetiques intenses qui ont été appliqués en vue de *l'utilisation de leur énergie émise.* Le radium ayant une intensite rayonnante de l'ordre de 7 millions de fois plus forte que l'uranium, est en effet plus propre à ces études que l'uranium lui-même; et si l'on n'utilise pas l'uranium X qui rayonne encore avec une intensité encore 2.500 fois plus forte que le radium, c'est que ce produit, rayonnant trés fort, meurt trés vite et ainsi son emploi ne serait pas pratique.

Cette énergie émise parait, par rapport à la quantite de substance à la quelle elle est liée, formidable et d'une nature aussi complexe que curieuse: elle est susceptible de déterminer un nombre de phénomènes physiques, électriques, chimiques, biologiques.

C'est l'âme de l'atome qui part de la substance active et qui affecte les atomes des corps qui se trouvent en son chemin. Aussi ses actions sont plus intimes que celles de m'importe quelle autre force.

De nouvelles idées, de nouvelles sciences, une nouvelle culture sont nées à la faible lumière qu'était l'aurore de la radioactivité.

Les bienfaits de cette science ont atteint l'homme ont seulement dans son esprit mais en son bienêtre physique. L'énergie radioactive sous l'influence éternelle de laquelle il est né, peut déterminer chez lui, des effets physiologiques de très haute importance en le rendant capable de se défendre efficacement contre les ennemis de son corps.

La nouvelle science, la radiumbiologie est née et permet déjà aujourd'hui de tirer un trés grand profit de l'énergie de l'âme de l'atome. C'est l'objet de l'excellent livre de mon distingué ami, Monsieur Velasco Pajares, qui a résolu son travail avec le succés qui n'est du qu'aux auteurs aimant profondement et avec devouement leur sujet.

Dr. B. Szilard

Chargé de Cours a l'Université

Madrid le 9 Juin 1917.

Prólogo del Autor

El presente «Manual de Radiumterapia» llega al público con la pretensión de ocupar, siquiera sea con carácter interino, el vacío existente en la literatura médica española, por la falta de un tratado de Terapéutica radiactiva.

Ninguna de las modernas terapias se ha desarrollado tan rápidamente y sobre bases tan firmes, fisico-químicas, biológicas y clínicas, como la que nos ocupa en este libro, el cual parece, más bien programa detallado de las interesantes y transcendentales cuestiones, muchas de ellas sin resolver, de la radiactividad en su relación con la salud humana, que verdadero tratado de Terapéutica radiactiva.

En España se ha seguido con interés el desarrollo de tales materias, y frecuentemente numerosos médicos y estudiantes han solicitado de nosotros notas de libros donde adquirir conocimientos de la nueva Terapia, mostrándonos su contrariedad al recibir una larga lista bibliográfica de obras en todos los idiomas, menos en español.

Para esos médicos y estudiantes hemos escrito el presente libro, no sin vencer algunas dificultades propias de la penosa época que atravesamos y en la cual las más pequeñas obras representan esfuerzos considerables de buena voluntad.

Madrid, Junio, 1917.

PARTE FÍSICA

I Radiactividad

(A) Noción histórica

Los descubrimientos científicos representan en la difícil, espinosa y larga senda del progreso humano alturas vencidas, donde al llegar el hombre de ciencia y espaciar su vista puede ver otras alturas lejanas y sentir el deseo de dominarlas con la esperanza de seguir más adelante en su camino de explorador de la Naturaleza que tantos, tan varios e intrincados lugares posee. A esa alta exploración científica, propia de los sabios y a la relación o encadenamiento de unos fenómenos con otros debemos los médicos la conquista de varios agentes físicos—Rayos Röntgen y Radiactividad—que en el espacio de muy pocos años han enriquecido poderosamente la Fisioterapia hasta el punto de hacernos presumir para tiempos no muy lejanos en su total dominio de la terapéutica.

El descubrimiento de los rayos Röntgen y el estudio de su producción eléctrica a través de una ampolla de cristal puesta fluorescente, hizo pensar a Becquerel si aquellos rayos serían la causa de la fluorescencia o si todas las substancias fluorescentes emitirían rayos análogos. Pocos días después, Henry Poincaré, exponía la sospecha de que todos los cuerpos capaces de fosforescer o fluorescer con cierta intensidad emitían rayos X.

Persiguiendo estas sospechas de relación entre los fenómenos de fluorescencia y los rayos Rötngen, varios físicos comenzaron a examinar fotográficamente gran número de cuerpos fosforescentes, logrando impresiones fotográficas a través de papel negro con el sulfuro de cinc—Henry—, con el de calcio

—Niwenglowski—y con la blenda exagonal—Troos—. Más importantes fueron las experiencias realizadas por Becquerel, utilizando como dispositivo un chassis análogo a los empleados en fotografía con una de las caras de aluminio. Sobre esta cara ponía el cuerpo fosforescente a ensayar, llegando a obtener impresiones fotográficas a través del aluminio con los sulfatos de calcio, bismuto, etc. y sobre todo con las sales de uranio y de potasio.

Estas impresiones creíalas Becquerel debidas a la acción de aquellos cuerpos fosforecidos por la luz solar, a la que los exponía durante la experiencia; hasta que habiendo revelado una placa colocada en el chassis que hemos descrito y sobre cuya lámina de aluminio descansaban dos láminas de sulfato doble de uranio y potasio que no habían sido expuestas a la acción de la luz solar, vió con sorpresa impresiones fotográficas intensas producidas por aquellas láminas; de donde, naturalmente dedujo que el fenómeno no era debido a los rayos luminosos emitidos por la fosforescencia, sino a unos rayos especiales parecidos a los Röntgen a los que denominó uránicos—hoy llamamos de Becquerel—quedando de esta suerte realizado el grandioso descubrimiento de la *radiactividad*.

Bien pronto, el mismo Becquerel, observó otro fenómeno ligado con aquellas radiaciones: la descarga de los cuerpos electricizados por la acción de los rayos uránicos e hizo notar que todos los compuestos uránicos eran tanto más radiactivos cuanto mayor cantidad de uranio contuvieran por lo que terminó lanzando la idea de que la radiactividad era una propiedad atómica del uranio. Otros físicos confirmaron las radiaciones del uranio y sus compuestos y hallaron—Md. Curie y Schmich—algún otro cuerpo como el torio que también las poseía, circunstancia que permitía suponer la existencia de otras muchas substancia dotadas de propiedades análogas.

Puestos ya sobre este camino, comenzaron los esposos Curie, valiéndose de aparatos más perfeccionados—electrómetro Curie—a investigar gran número de productos naturales y hallaron dos, la pechblenda—mineral de óxido de uranio—y la chalcolita—fosfato cristalizado de cobre y de uranio—de radiactividad que no correspondía con la hipótesis emitida por Becquerel de considerar a la radiactividad como propiedad atómi-

ca del uranio y del torio ya que la pechblenda daba cuatro veces más radiactividad y la chalcolita dos que el uranio metálico, razón por la cual sospecharon aquellos ilustres sabios que habría algún otro cuerpo de radiactividad más intensa que el uranio y el torio.

Como contraprueba de que la cantidad de rayos emitidos por un producto no era proporcional a la cantidad de uranio,

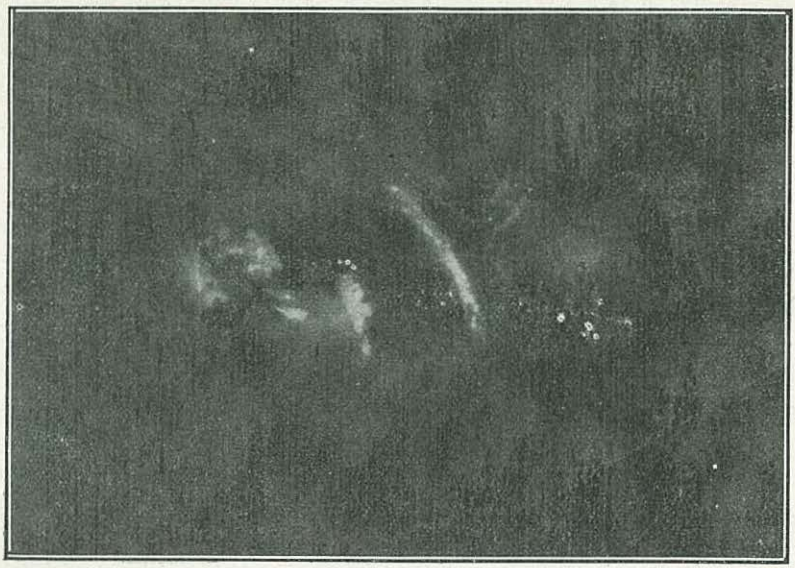


Fig. 1.ª—Impresión fotográfica obtenida con una pegmatita de Seron (Almería)

del compuesto, es decir, de que la radiactividad no era una propiedad atómica del uranio, procedieron los Curie a medir una pechblenda artificial fabricada con los productos más puros y con la que obtuvieron una cifra dos veces y media más pequeña que la del uranio metal. No cabía la menor duda de que en la pechblenda y en la chalcolita existía algún otro cuerpo dotado de muy fuerte radiactividad.

A investigar la existencia del supuesto cuerpo se dedicaron los esposos Curie y aquí comienza una de esas labores obscuras de los sabios, desconocidas muchas veces si no van segui-

das de éxito y que son motivo sobrado para hacerles acreedores a la universal admiración.

Pierre y Marie Curie, procedieron a analizar por vía húmeda la pechblenda midiendo la radiactividad de todos los productos que se iban obteniendo y descartando los de débil o ninguna radiactividad para seguir su trabajo sobre el resto más fuertemente radiactivo (1). Por este procedimiento fueron separando numerosos cuerpos, concentrando por decirlo así la radiactividad en el resto de la masa, hasta que por fin lograron en Diciembre de 1908 descubrir un nuevo cuerpo altamente radiactivo, próximamente novecientas veces mayor que el uranio y al que llamaron Radio.

En Julio del mismo año descubrieron otro cuerpo radiactivo al que denominaron Polonio y meses más tarde Debierne descubría el actineo.

Nuevos cuerpos radiactivos fuéronse descubriendo en el transcurso de muy pocos años. En 1903 Marckwald encontró el radio teluro, idéntico al polonio y Hoffman el radio-plomo.

Posteriormente el estudio de la Torioactividad por O. Hahn ha conducido al conocimiento de otros cuerpos radiactivos, de entre los cuales citaremos el mexotorio y radiotorio como los más importantes biológicamente considerados.

También Boltwood halló en la pechblenda otro cuerpo radiactivo al que denominó ionio.

Los grandes progresos que en el estudio de la radiactividad ha introducido la genial teoría de Rutherford y Soddy de las transformaciones radiactivas, nos explica hoy mejor que antes el concepto que deben merecernos esos cuerpos, por lo que ahora nos limitamos a mencionarlos solamente.

---

(1) Para darse cuenta de la pesada labor de los referidos sabios, basta recordar que la pechblenda mineral de oxido de uranio, contiene también bario, hierro, aluminio, calcio, plomo, bismuto, cobre, arsénico, antimonio, cinc, cobalto, manganeso, niquel, vanadio, talio, tierras raras, niobio, tantalio, etc., etc.

(B) Demostración de la existencia de la radiactividad

La prueba de la existencia en muchos cuerpos de los rayos de Becquerel y por tanto de la radiactividad puede obtenerse sencillamente mediante una placa fotográfica que se impresiona en la obscuridad y a través de láminas más o menos densas por la acción de aquellos cuerpos radiactivos; más precisamente con el auxilio de ciertos instrumentos electróscopos y electrómetros fundados en la propiedad que tienen los rayos de Becquerel de descargar los cuerpos electrizados que se hallen en su presencia—poder iontizante—y también con la ayuda de ciertas substancias fluorescentes cuya fluorescencia provocan pantalla de cianuro de bario, willemita, etc., etc.

De todos los procedimientos el más preciso y casi únicamente usado en los laboratorios de radiactividad, es el que tiene su fundamento en la propiedad que poseen los rayos de Becquerel de iontizar el aire, descargando los cuerpos electrizados. Esta propiedad común con los rayos ultravioletas y Röntgen permite demostrar la presencia de la más débil radiactividad y da fundamento a los métodos de medida de la misma.

Conviene recordar aquí para la más fácil compresión del proceso iontizante radiactivo, que los gases en las circunstancias ordinarias no son conductores de la electricidad y que para convertirse en conductores es necesario que se ionticen.

Esta iontización se verifica disociándose la molécula gaseosa en sus iones.

Sabemos que desde hace algunos años se considera a los conductores de electricidad formados de partículas cargadas eléctricamente, con signo positivo unas, negativo otras. Cuando estos conductores son líquidos y gases, se admite que sus átomos se hallan igualmente provistos de cargas

eléctricas y que por la acción de un campo eléctrico, esas cargas se ponen en movimiento en determinada dirección y velocidad en relación con su signo, constituyendo los llamados iones. De suerte que cuando decimos que un gas se halla iontizado suponemos que sus moléculas se encuentran disociadas en partículas cargadas eléctricamente *(iones gaseosos)*. Entonces el gas se convierte en conductor de la corriente eléctrica. En los gases enrarecidos, por ejemplo, en el tubo de Röntgen, una descarga eléctrica que atraviese dicho gas da origen a que el catodo emita partículas cargadas negativamente, *iones negativos o eléctronos*, que son los rayos catódicos, los cuales producen el calentamiento y la fluorescencia de la ampolla de cristal, mientras que el anodo desprende partículas cargadas positivamente —Rayos canales o de Golstein—. Al tocar los rayos catódicos los cuerpos duros, se producen los rayos Röntgen, que como sabemos descargan los cuerpos electrizados que se hallen en su vecindad. Esta descarga se verifica por que al atravesar los rayos las moléculas gaseosas del aire producen centros de carga de los dos signos, *iones móviles*, que se recombinarían *in situ* inmediatamente en ausencia de todo campo eléctrico, pero que en la presencia de un campo de tal naturaleza, se mueven en sentido inverso a la longitud de las líneas de fuerza hasta que son detenidos por un conductor que descargan o por un aislador que cargan. (Perrin).

No tienen el mismo valor en la moderna atomística de la electricidad los iones positivos que los negativos. Estos últimos o electrones representan las partículas más elementales o insignificantes dotadas de la más pequeñísima carga eléctrica, *quantun elemental* de electricidad. Los iones positivos estarían representados por el átomo ordinario, el cual se compondría de un gran número de electrones.

Estudios constantes de Thomson, Towsen, Millikan, Harold, Wilson y otros han permitido determinar el número, la masa y la carga de un ion. La carga de un electrón o sea el *quantun elemental* de la electricidad negativa es $E=4{,}65\text{-}10^{-10}$ unidad electrostática. La masa de un electrón es 2.000 veces más pequeña que la de un átomo de hidrógeno.

Por el mismo procedimiento de iontización gaseosa descargan los cuerpos electrizados otras radiaciones, como la ultravioleta extrema, los rayos catódicos de Lenard y los α, β y γ de los cuerpos radiactivos.

Veamos ahora como se realiza el proceso de iontización radiactiva; es decir, como una capa de aire de ordinario nada o muy poco conductora se convierte en conductora por la presencia de una substancia radiactiva. (Fig. 2.ª).

Dos placas metálicas A y B se hallan unidas: A, al polo positivo de una fuente de electricidad y B, derivada a tierra. En circunstancias ordinarias no hay corriente entre las dos placas

puesto que están separadas por una capa de aire no conductora; pero si sobre A colocamos un cuerpo radiactivo, el aire se iontiza, se convierte en conductor y entonces la corriente eléctrica pasa por ambas placas como así lo acusa el electróscopo E. Los iones positivos caminan de A a B, los negativos en sentido contrario. Cuanto más activa sea la substancia en mayor número y más rápidamente se producirán los iones, sirviéndonos por tanto la medida del grado de conductibilidad eléctrica del aire adquirida por la presencia de la substancia radiactiva para medir la actividad de ésta; ahora bien, la proporcionalidad existente entre la cantidad de los iones formados y la cantidad

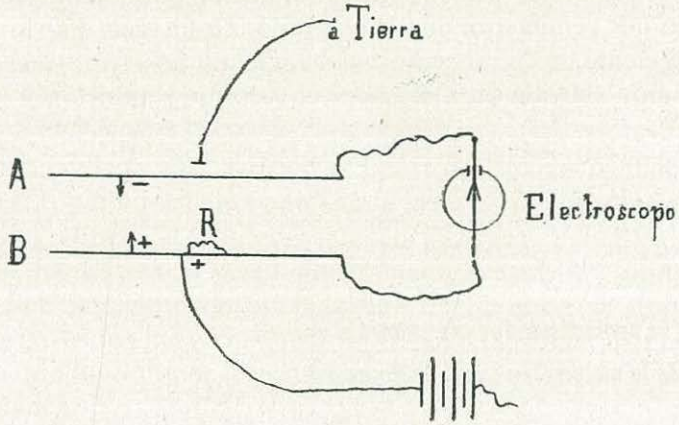


Fig. 2ª

e intensidad de la substancia radiactiva se halla limitada por algunos otros factores.

Figura entre estos, en primer término la diferencia de tensión entre ambas placas ya que la velocidad de translación de los iones depende en parte de aquélla. Con eléctrodos a muy alta tensión la corriente que atraviesa el gas será grandísima.

En general, la intensidad de la corriente en un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial o corriente de tensión de los extremos de los conductores. Esto es precisamente lo que expresa la ley de Ohm. Sin embargo, en el caso presente no se verifica el aumento de intensidad siguien-

do exactamente aquella ley. Aquí la intensidad sube hasta alcanzar un máximum en el que queda constante. Este máximum se llama corriente de *saturación* y de él se deduce que una amplia elevación de potencial no puede ser causa de una elevación de la intensidad de la corriente.

Cuando se iontiza una determinada cantidad de gas por un constante manantial radiactivo, el potencial de saturación decrece con la separación de los eléctrodos. Para una determinada distancia electródica es tanto más alto cuanto más grande es la cantidad de iones y por consiguiente su medida se halla en relación directa con la intensidad de la iontización. En un gas muy débilmente iontizado como se halla el aire en circunstancias ordinarias, se consigue la saturación por una fracción de voltio por centímetro; por el contrario, en un gas que lo esté fuertemente por la presencia del radio es necesario una tensión muy elevada para alcanzar el valor de saturación.

(C) ¿La Radiactividad es una propiedad general de la materia?=Rayos de Becquerel

Al gran número de cuerpos (1) radiactivos que en la actualidad se conocen—pasan de 30—ha sugerido a muchos físicos la duda de si la radiactividad será o no una propiedad general de la materia. Algunos indicios hablan en favor de tal hipótesis y desde luego, no se puede establecer definitivamente una separación entre los elementos activos y los corrientes; pero tampoco cabe la menor duda de que los llamados cuerpos radiactivos están dotados de una suma de propiedades que no se encuentran en otros cuerpos, guardando además entre sí una relación tan estrecha de parentesco que vinculan la propiedad radiactiva en familias regularmente definidas. Allí donde se halla

(1) Entiéndase por cuerpo radiactivo la substancia que emite los rayos de Becquerel, no el mineral donde se halle.

alguno de esos cuerpos se encuentra constantemente la radiactividad como prueba de la relación de existencia entre uno y otro.

Aún dentro de la misma familia se llega a encontrar miembros absolutamente inactivos como sucede en la del uranio con el plomo, el cual se manifiesta inactivo en todos los estados. El llamado radio-plomo no es activo por sí, sino por el radio D y F que activa el plomo.

Con los métodos más modernos de investigación de la radiactividad se ha llegado a encontrar en el calcio y en el rubidio una actividad mil veces más pequeña que la del uranio.

Por todas estas razones seguiremos definiendo la radiactividad como lo hizo Curie: *Se entiende por radiactividad la propiedad que poseen ciertos cuerpos llamados radiactivos de emitir expontáneamente rayos de Becquerel.*

Estos rayos se caracterizan: 1.°, por propagarse rectilíneamente; 2.°, por su acción semejante a la de la luz sobre las placas fotográficas; 3.°, porque pueden atravesar pantallas de distinta naturaleza y hasta determinado grosor; 4.°, porque no se reflejan, refractan ni polarizan; 5.°, porque al atravesar los gases los hace conductores de la electricidad; 6.°, porque su producción por los cuerpos radiactivos es continua y expontánea.

De todos sus caracteres sólo el último sirve para separar los rayos de Becquerel de todas las radiaciones conocidas hasta el día.

Los rayos Röntgen se diferenciaron de los demás rayos descubiertos anteriormente, por su falta de reflexión, de refracción y polarización y por no ser desviados por la acción de un campo eléctrico o magnético. Las restantes propiedades con ser las de más importancia utilitaria eran ya conocidas aunque no de manera tan intensa en otras radiaciones; los efectos químicos, fluorescentes y biológicos en los rayos ultravioletas y la capacidad de penetración a través de los cuerpos en los infrarojos.

De la misma suerte, la radiactividad que tantos puntos de contacto tiene con las demás radiaciones, se separa de ellas

por los mismos caracteres de los rayos Röntgen y de éstos por no necesitar la chispa eléctrica para su producción que se realiza constante y expontáneamente por los cuerpos radiactivos.

Las semejanzas y diferencias entre las principales radiacciones conocidas hasta el día quedan expuestas en el siguiente cuadro: (Fig. 3.ª)

	Rayos ultravioletas	Rayos catódicos	Rayos Roentgen	Rayos Becquerel
Refracción	»			
Reflexión	»			
Fuerte absorción	por algunos cuerpos	»		En parte
Penetración a través de los cuerpos	Insignificante	Insignificante	fuerte	fuerte en parte
Desviación magnética y descarga de cuerpos electrizados	»	»		En parte
Efectos químicos	»	»	»	»
Provocación de fluorescencia	»	»	»	»
Efectos biológicos	»	»	»	»

II La Radiación

Los rayos de Becquerel fueron considerados como constituídos por un haz homogéneo. Varios físicos casi simultáneamente—Giesel, Meyer, Schweidlere—los sometieron para su estudio a la acción de un campo magnético como se había hecho con los rayos Röntgen. Este estudio les permitió apreciar

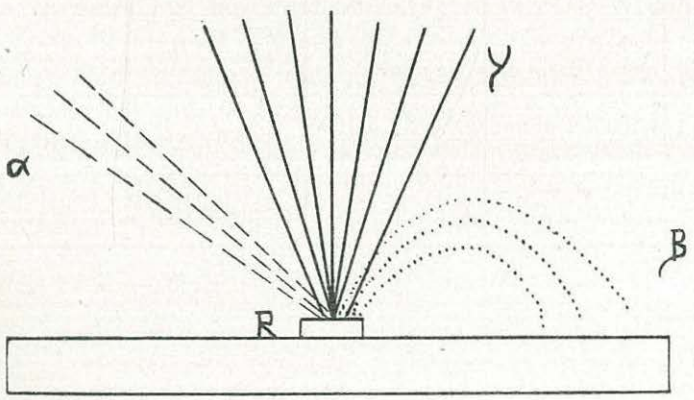


Fig. 4.ª—Acción de un campo magnético o eléctrico sobre los rayos de Becquerel

dos grupos distintos de rayos; uno que era desviado a la manera de los rayos catódicos; otro que conservaba su trayecto rectilíneo como los X. En observaciones posteriores con campos magnéticos más fuertes se pudo notar un tercer grupo de rayos que sólo eran desviados ligeramente. (Fig. 4.ª)

Estas tres clases de rayos fueron designados por Rutherford con las letras griegas α, β y γ. Sus caracteres son los siguientes:

I **Rayos alfa.** Constituyen la mayor parte de la total radiacción; son desviados ligeramente por la acción de un campo magnético y están constituídos por partículas materiales cargadas positivamente.

II **Rayos beta.** Los rayos β son desviados más fuertemente que los α y se hallan formados por partículas (electrones) cargados negativamente; son menos iontizantes que los anteriores.

III **Rayos gamma.**—No son desviados por el campo magnético y constituyen la menor parte de la total radiacción.

Como resumen de las diferencias que presentan las tres clases de rayos entre sí, nos parece muy instructivo el siguiente cuadro que tomamos de Kohlrausch: (Fig. 5.ª)

RAYOS	VOLUMEN	VELOCIDAD	NATURALEZA	CARGA ELECTRICA
α	Átomo de hidrógeno (Helio 4)	20.000 klms. por segundo.	Átomo e Helio	Positiva
β	1/100 del átomo de hidrógeno.	200.000 a 300.000 klms. por segd.º	Electrones	Negativa
γ			Impulsión etérea	

Rayos alfa

De la total radiacción radiactiva constituyen la mayor parte, el 90 % según algunos físicos, el 64 % según otros, correspondiendo el 24 a las betas y el 10 a las gammas.

Los alfas han sido muy bien estudiados merced al polonio que sólo emite rayos de esta naturaleza.

Se les consideran como constituidos por partículas materiales animadas de una velocidad quince veces menor que la de la luz y proximamente igual a la del átomo de hidrógeno en la electrolisis, como también lo es su volumen: son muy poco penetrantes, basta una hoja de papel, una pantalla de aluminio de algunas centésimas de espesor, o el mismo aire en que recorre solamente una pequeña distancia para ser absorbido.

Rutherford sirviéndose del óxido de uranio investigó el grado de absorción de los alfas por distintos gases encontrando los siguientes valores en los que las cifras representan la distancia que han necesitado recorrer los rayos para reducir a la mitad su intensidad.

Bióxido de carbono	3 m. m.
Aire	4,3 m. m.
Oxido de carbono	7,5 m. m.
Hidrógeno	16 m. m.

El poder iontizante de los alfa es enorme. La capacidad de iontizar se considera como una función de la velocidad de repulsión de sus partículas. Esta velocidad disminuye considerablemente al más pequeño alejamiento de la fuente radiante a causa de la gran masa y de la resistencia que le oponen los gases y especialmente los cuerpos duros cuando los atraviesa. También llega un momento en que la velocidad alcanza un cierto límite

(velocidad crítica de Becquerel) y entonces la potencia iontizante se apaga y con ella la acción sobre las placas fotográficas y la provocación de fluorescencia.

El recorrido de los alfa, bastante pequeño como acabamos de ver, depende en último término de la fuerza iontizante de la substancia que los emite y de la velocidad inicial. Como partimos del supuesto de que los referidos rayos están compuestos de partículas materiales cargadas positivamente, su marcha se

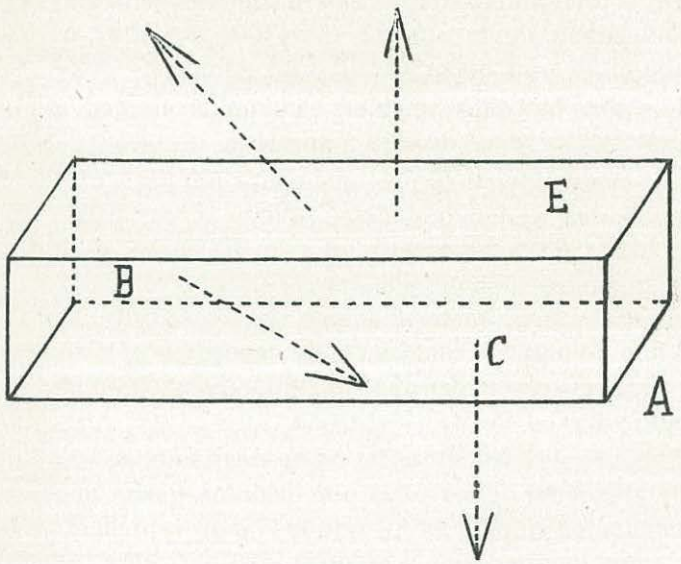


Fig. 6.ª

hallará también más o menos detenida al paso de la misma substancia que los engendra. Así por ejemplo, (Fig. 6.ª) las partículas desprendidas del punto B del cuerpo radiactivo A no llegarán a la superficie pues serán absorbidos por la masa E del mismo cuerpo radiante y claro es, que habrá tanto más alfas absorbidos cuanto mayor sea la masa de aquel.

Ahora bien, no todas las partículas desprendidas de la superficie del cuerpo A tienen el mismo recorrido. Bragg y Klecman sirviéndose de un método especial para la determinación de la iontización de los alfas han podido demostrar que hay

varios grupos de rayos que presentan distinto recorrido. Estos grupos son cuatro para el radio, cuatro o cinco para el actíneo y cinco para el torio.

Los rayos alfa constituídos, como ya sabemos, por partículas materiales cardadas eléctricamente tendrán una masa (m) y un potencial (e) que nos dará la relación $(\frac{e}{m})$ un valor a investigar para las distintas clases de rayos (3.500 veces más pequeño en los alfa que en los betas) proporcionando un importante medio comparativo y una base por la que Rutherford y Geiger demostraran teóricamente la naturaleza de la partícula alfa.

Estas partículas no son otra cosa que átomos de helio con carga positiva.

El helio, como sabemos, es un gas que existe en muy pequeña cantidad en la atmósfera; que pertenece al grupo de los llamados gases raros, caracterizados como todos los del grupo por su indiferencia química. Antes de su descubrimiento fué demostrada su existencia en el sol, mediante procedimientos espectrográficos, más tarde fué aislado del mineral llàmado clecvelita.

Pues bien, Rutherford y Geiger demostraron que las partículas constitutivas de los alfa eran átomos de helio, sirviéndose de cálculos sobre el número de partículas emitidas por un peso determinado de radio y valorando la carga de una partícula. Los valores obtenidos se hallaron en armonía con los números encontrados por la experiencia. Sin embargo la demostración no fué decisiva hasta que el mismo Rutherford y Royds lograron probar que la partícula alfa acumulada de una manera independiente de la materia de que ella se desprende no era otra cosa que el helio.

Los rayos alfa no emiten rayos secundarios.

Rayos beta

Los rayos beta están formados por electrones cargados negativamente y se desvían con gran intensidad por la acción de un campo eléctrico o magnético en el mismo sentido que los rayos catódicos. Esta desviación es igual para todos los rayos que componen el grupo o haz beta, así como su poder de penetración es tambien muy variable formando un grupo de rayos de gran heterogeniedad. En la figura 3.ª podemos ver los rayos beta describiendo trayectorias circulares en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético y cuyos radios varían en límites extensos estando su longitud como ha demostrado Becquerel en razón directa de su poder de penetración. Si se recibe el fascículo de rayos beta, desviado por el campo magnético, sobre una placa fotográfica, se obtiene en ella una impresión que constituye un verdadero espectro en el que cada grupo de rayos manifiesta su acción separadamente.

Admitiendo que los rayos betas son partículas materiales análogas a los alfa sólo que cargadas negativamente y que estas partículas describen una trayectoria circular por la acción del campo magnético podremos representar como hicimos con aquellas por (m) la masa, (e) la carga (v) la velocidad (R) el radio (H) la intensidad del campo magnético y establecer la relación (Becquerel)

$$\frac{m\ v}{e} = H\ R$$

Los rayos beta deben a su gran velocidad el poder penetrante de que gozan. No todos se comportan de la misma suerte desde el punto de vista de la penetrabilidad pues los hay que casi se confunden con los alfa por un lado y con los gama de otro. A su paso por la materia van siendo absorbidos en ra-

zón de su velocidad y de aquí la división que hacen algunos autores en betas blandos, medianos y duros como expresa el esquema (fig. 7.ª)

La absorción se mide por el grado de iontización que presenta la substancia radiactiva a través de distintas pantallas o bien midiendo la carga eléctrica de los beta y calculando el número de estas partículas.

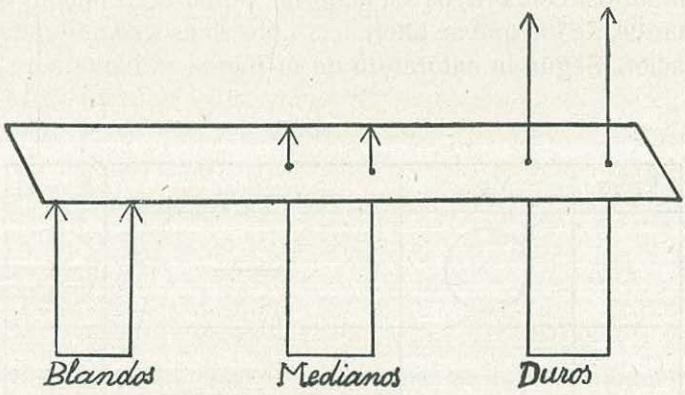


Fig. 7.ª—Diferencias en el grado de penetración que presentan las tres clases de β

Para el cálculo del poder de penetración sirve la siguiente fórmula, la cual nos da el cálculo del coeficiente de absorción

$$d\,J = -\mu\,J dx$$
$$-\mu\,x$$
$$J = Joe$$

en la cual J indica la intensidad del grupo radiante, dx el diámetro de la materia Jo la intensidad originaria y μ el coeficiente de absorción. Esta fórmula nos dice que la intensidad del poder de penetración — en progresión geométrica — desciende, si el grosor de la capa atravesada en progresión aritmética asciende.

El poder iontizante de los beta es inferior al de los alfa como lo expresa el adjunto esquema que tomamos de Rutherford.

Al atravesar los beta los cuerpos duros no sólo son absorbidos como acabamos de expresar sino que también son difundidos y diseminados. Esta diseminación es proporcional al grado de absorción; depende además, de la densidad de la substancia que se deja atravesar y del ángulo de incidencia de los rayos al caer sobre la referida substancia.

Otro fenómeno presentan los beta al paso de los cuerpos duros de gran interés para el médico: la formación de los rayos secundarios. Estos rayos secundarios se parecen mucho a los primarios, de los que se diferencian por su escaso poder de penetración. Según la naturaleza de la fuente radiante será ma-

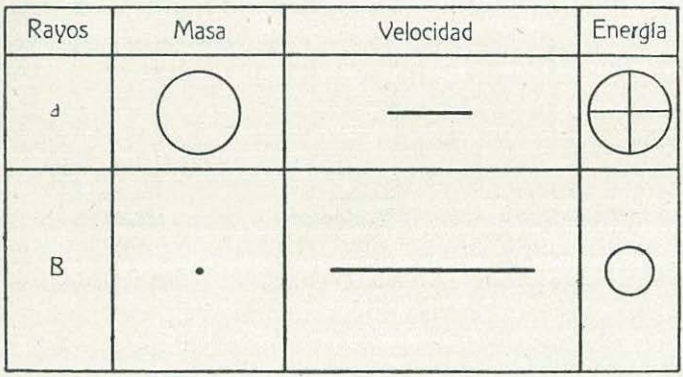


Fig. 8.ª—Diferencias que presentan los alfa de los beta en relación con su masa, velocidad y energía

yor o menor el poder de penetración de los rayos secundarios estando en relación directa con el peso atómico del cuerpo que atraviesan.

Respecto de la absorción de los beta por las disoluciones, Borodowsky nos da las siguientes conclusiones después de haber estudiado el asunto midiendo los beta que atraviesan un espesor dado de diferentes líquidos y comparando la absorción obtenida con la que producen espesores determinados de aluminio.

1.º La absorción es independiente del estado físico y químico de las soluciones. Así, cuando los beta atraviesan una cier-

ta masa de agua y de ácido sulfúrico, la absorción es la misma si los dos están mezclados o separados.

2.° Para una substancia dada la absorción es proporcional a la masa.

3.° La absorción por una sal en disolución es proporcional al grado de concentración.

4.° La absorción por los cuerpos compuestos es una propiedad adicional de los elementos e independiente de la disposición de los átomos de la molécula.

Rayos gamma

Constituyen la más pequeña parte de la total radiación y gozan de un extraordinario poder penetrante de los cuerpos duros. Se puede todavía demostrar la acción iontizante de los rayos gamma, claro es que empleando una regular cantidad de radio, a través de láminas de plomo de 15 a 30 ctm. A ellos corresponde casi en absoluto la facultad que tiene la radiación de llegar a atravesar el cuerpo humano. Prácticamente debemos comprender como gamma los rayos que pasan a través de un filtro de plomo de un ctm. de grosor, en el cual está fundamentado uno de los métodos de medida del radio. El coeficiente de absorción desciende con el crecimiento del grosor de los filtros y es proporcional a la densidad de aquél. Los rayos gamma del radio, del torio y de la pechblenda tienen como ha expresado Eve igual coeficiente de absorción; por el contrario, los gamma del uranio ofrecen distinto poder penetrante, mucho más pequeño que el del radio y torio; los del actíneo son todavía más fácilmente absorbidos que los del uranio.

Sobre el grado de absorción de las tres clases de rayos nos da Rutherford la siguiente tabla, en la cual A, representa el grosor de una lámina de aluminio que sirve de filtro; P, el grado

de penetración, y nosotros añadimos como expresión del poder iontizante el apartado I. (Fig. 9.ª)

CLASES DE RAYOS	A	P	I
α	0,005 m. m.	10.000	10.000
β	05 m. m.	100	100
γ	80 m. m.	1	1

Es, por consiguiente, el grado de penetración inversamente proporcional al de iontización. Todos estos valores son aproximados.

Los rayos gamma lo mismo que los Röntgen no son desviados de su trayecto rectilíneo por la acción de un campo magnético y eléctrico; esta circunstancia, unida al extraordinario poder penetrante de que gozan, ha servido de fundamento para considerarles de naturaleza inmaterial y asignarles como origen impulsiones electro-magnéticas no periódicas del éter. Según esta manera de pensar, los rayos gamma se formarían a expensas del desprendimiento y función de los beta de la misma suerte que los rayos catódicos engendran los de Röntgen.

Bragg, en un interesante estudio acerca de los rayos secundarios producidos por los gamma, hace algunas consideraciones que hablan en favor de la hipótesis de una naturaleza material de los rayos gamma. El fundamento de estas consideraciones se halla en los datos siguientes: 1.º Cuando el rayo gamma disminuye en intensidad, a su paso a través de la materia aparecen los beta que primeramente se mueven en la dirección de los gamma para difundirse después. 2.º La penetración y por consiguiente la velocidad de los beta así producidos aumenta con la penetración de los gamma. 3.º La velocidad de los beta no depende de la naturaleza del átomo en el cual ellos se forman. 4.º Por lo menos con el radio la velocidad de sus betas es sensiblemente igual o tal vez algo más débil que la velocidad de los beta emitidos normalmente por el mismo radio. 5.º Cuando los gamma muy duros atraviesan la ma-

teria, su absorción y por consiguiente la producción de betas es casi independiente de la estructura atómica de la materia. Hay solamente una relacción de proporcionalidad con la densidad. 6.º Si hay algunos gamma secundarios, la iontización que ellos producen es insignificante comparativamente a la producida por los beta secundarios, al menos a una débil distancia del radiador, un metro de aire por ejemplo. Todos estos hechos, dice Bragg, pueden ser explicados directamente por la teoría de las partículas neutras; basta suponer que las cargas positiva y negativa se hallan separadas en el interior del átomo y cuando las partículas llegan a atravesar un campo muy fuerte, las cargas negativas se escapan y las positivas quedan sin efecto. Los rayos gamma, según esta hipótesis, serían electrones acompañados de una carga positiva. Los beta electrones desprovistos de esa carga positiva.

Los rayos secundarios segun Klemam son de tres distintas clases por lo menos y como los rayos primarios no son homogéneos, sino que están compuestos de tres componentes.

Estos rayos secundarios explican el curioso fenómeno de que se manifiesten más extensamente los efectos radiográficos sobre una placa fotográfica cuando actúan los gamma a través de una lámina de plomo, que cuando lo hacen directamente sobre la placa fotográfica.

Comparación entre los rayos procedentes de los cuerpos radiactivos y los emanados de la ampolla de Crookes

Los rayos rádicos y los emanados de la ampolla de Crookes ofrecen tan grandes analogías que explican la aceptación que tuvo la frase de «el radio es la edición de bolsillo de los rayos X». Efectivamente, tienen semejanzas íntimas porque en uno y otro caso se asiste a un proceso de desintegración física de la materia.

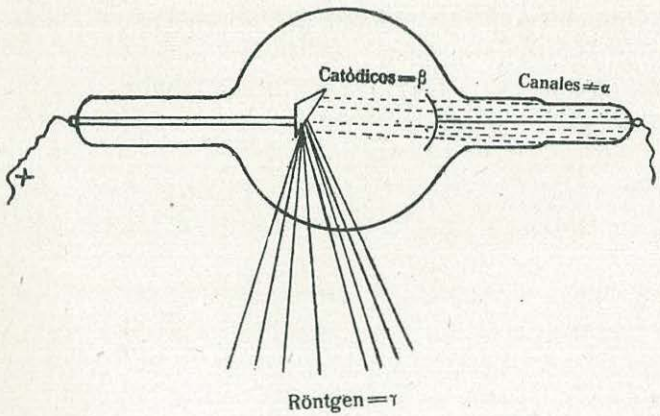


Fig. 10—Comparación entre los rayos procedentes de los cuerpos radiactivos y los emanados de la ampolla de Crookes

Las tres clases de rayos que emiten los cuerpos radiactivos tienen su representación en los producidos en la ampolla de Crookes; los α en los rayos canales, cargados positivamente como aquellos; los β negativos en los rayos catódicos negativos también; los γ y Röntgen parecen ser lo mismo. (Fig. 10). Por

algunas de sus propiedades químicas y biológicas, se acentúa más aquella analogía y sin embargo existen física y medicamentosamente consideradas grandes diferencias entre unos y otros.

Así, desde el punto de vista de su penetración (Fig. 11) a través de los cuerpos, encontraremos diferencias apreciables; es-

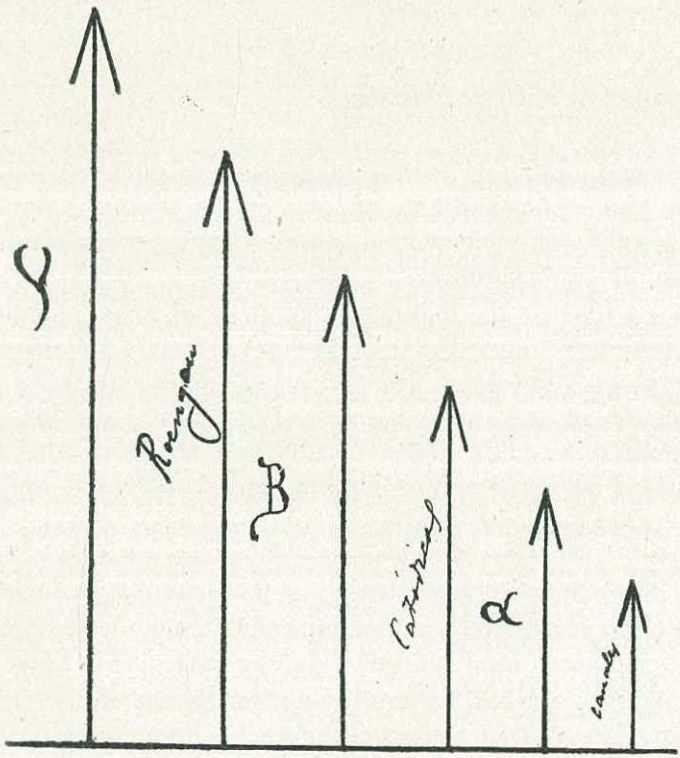


Fig. 11

tas se hacen más ostensibles si se atiende a su utilización terapéutica, ya que de la ampolla de Crookes no podemos valernos más que de los rayos X y de los cuerpos radiactivos utilizamos su total radiación.

Desde el punto de vista terapéutico existen también diferencias notables entre ambas clases de rayos, que haremos notar al tratar de la parte clínica.

III Transformaciones y familias radiactivas

(A) Teoría de la desintegración atómica

Las extraordinarias manifestaciones de la radiactividad exigieron una explicación que aun dentro del terreno hipotético aclarara algunos hechos fundamentales, en un principio colocados en plena obscuridad.

Esta exigencia fué lograda de una manera ampliamente satisfactoria por Rutherford y Soddy en el año 1903 con su genial hipótesis de la desintegración atómica; hipótesis que tuvo gran aceptación, mayor a medida que el tiempo pasaba y se iba comprobando que en ella no sólo cabían los fenómenos radiactivos conocidos al exponerla sus autores, sino también los que suministraron nuevos estudios.

Según esta teoría todo cuerpo radiactivo se halla en constante descomposición atómica y transformándose gradualmente en otro cuerpo, de tal suerte que cada átomo que se transforma se convierte en un solo átomo del cuerpo que le sigue.

Esta transformación se verifica espontáneamente y va acompañada de emisión de rayos por parte del átomo primitivo y de la producción de un nuevo átomo del tipo que le sigue. Este último es mucho más inconstante que el elemento padre y se transforma igualmente con emisión de rayos y constitución de un nuevo átomo.

Los átomos nuevamente formados tienen por lo general propiedades físicas y químicas distintas de la substancia madre de que proceden. Así se ve que el radio, un cuerpo sólido, se transforma y da lugar a la formación de helio y emanio que son dos cuerpos gaseosos y por el contrario, se transforma la emanación en cuerpos sólidos en la llamada *actividad inducida.*

Este proceso de progresivas transformaciones, continúa constituyendo una cadena de elementos inconstantes cuyos artículos o eslabones se han ido transformando unos en otros hasta llegar a un fin manifestado por la formación de un elemento constante. Los treinta nuevos tipos de materia radiactiva que se encuentran en los minerales de uranio y torio les concebimos formados por un proceso como el que acabamos de describir dentro del uranio y del torio. Claro es, que no se ha logrado todavía observar directamente la producción del radio del uranio, pero hay datos que dan a la suposición grandes signos de certeza.

Por otra parte, a pesar de las grandes diferencias en la constancia de los elementos—oscilan los periodos de su destrucción entre una milésima de segundo y etapas geológicas—, todas las transformaciones tienen el mismo tipo. Lo que varía es la velocidad con que tiene lugar el proceso, como lo expresa la ley de Ostwald: «Si el tiempo crece en progresión aritmética la cantidad de substancia decrece en progresión geométrica». La velocidad de transformación en un momento determinado es proporcional a la cantidad que queda inmutable en dicho momento.

La diferenciación entre un átomo activo de otro ordinario no es ostensible ni aun en el momento de la trasformación, así como el nuevo átomo originado tampoco es posible diferenciarle de los corrientes hasta que se transforma.

Si ciertos cuerpos radiactivos emiten rayos en todo momento, se debe a que la transformación de la totalidad de sus átomos no se verifica al mismo tiempo, lo que da lugar a que la emisión de rayos parezca a primera vista un suceso contínuo.

Como término de las transformaciones se creyó en la formación de helio basándose en la circunstancia de que este cuerpo se encontraba mezclado en los minerales radiactivos. El análisis espectral demostró la contínua producción del helio por el radio. Estudios detenidos de la partícula α, la determinación de su peso atónico (4, tomando como unidad el hidrógeno) y experiencias hechas con la radioemanación han determinado la identidad de la partícula α con el helio.

Se forma el helio cada vez que un átomo radiactivo emita una partícula α. El resto del átomo del que se ha desprendido

la referida partícula forma el átomo del elemento siguiente que ofrecería un peso atómico inferior, de las cuatro unidades que representan el peso del helio.

Resumiendo lo anteriormente expuesto tendremos, que el proceso radiactivo se verifica transformándose unos elementos en otros y conservando como dependencia de origen su herencia radiactiva. Estos elementos considerados desde su punto de partida hasta el fin, constituyen series, cadenas o familias formadas por miembros o individuos radiactivos cuyo árbol genealógico nos es conocido.

Estos grupos o familias son tres: la del uranio, torio y actíneo.

Estas familias tienen miembros en los que parece perdida la condición que les caracteriza, es decir, que no son activos, pero originan descendencia perfectamente activa. Probablemente progresivos métodos de investigación permitirán demostrar la existencia de rayos en esos miembros hasta ahora inactivos.

Como la índole de esta obra se reduce a preparar al médico para la utilización terapéutica de los cuerpos radiactivos, nos limitaremos a lo dicho en tan importante asunto y sólo daremos una idea de las llamadas constantes físicas, por la importancia que esta tiene en la compresión de los miembros radiactivos.

1.° Las substancias radiactivas emplean mayor o menor velocidad para transformarse o sea para convertirse de substancia madre en substancia hija, pero esta velocidad es siempre la misma para cada substancia determinada; es lo que se llama *constante de tiempo* y se designa por λ. (Unwandlugskonstante, de los alemanes). Cuanto más pequeña es λ menos rápidamente se verifica la transformación.

Para la radioemanación es λ=0.0000021: lo cual quiere decir que de un millón de átomos de emanación se transforman en cada segundo 2,1. Para la actineoemanación es λ=0.18 por lo que esta substancia se transforma más rápidamente, ya que de 100 átomos sufren 18 cada segundo una transformación.

2.° En este procedimiento de transformación llegará un momento que la substancia madre tendrá una actividad justamente la mitad de su valor inicial, es decir, en la que se hayan transformado la mitad de sus átomos. El tiempo que tarda en llegar a ese estado se llama *período de desactivación* T (Zerfalls-

periode, Halbwertzeit, de los alemanes). Para la radioemanación es T=3,85 días.

3.º Cada átomo de una substancia activa posee una determinada vida media que es constante *Vida media* (mittlere Lebensdauer) y se designa por V.

La expresión *vida media* se refiere a la vida futura del átomo y nada tiene que ver con el período de tiempo durante el cual el átomo ha existido. Cualquier momento se puede escoger como punto de partida.

La *vida media* está representada por la suma de los períodos de existencia futura de todos los átomos aislados dividido por el número de átomos en el punto de partida. (Soddy.)

Para la radioemanación es V=133,2 horas =5,55 días.

La radiación de cada elemento activo es proporcional al número de átomos que se transforman en la unidad de tiempo.

(B) Familias o grupos radiactivos

La radiactividad es una propiedad del átomo completamente independiente de la naturaleza de la combinación química en que se halle, así como de su proporcionalidad física.

Hasta el presente no se ha podido demostrar que la radiactividad de un cuerpo sea destruída o aminorada por ningún procedimiento artificial, así como tampoco convertir en radiactivo un elemento que no lo fuese. Se trata al parecer de un proceso cíclico que camina con cierta velocidad que hasta ahora no podemos o no sabemos influirle.

Si bien en un principio se creyó que toda materia podría ser radiactiva, como se creyó en su tiempo que podía ser magnética (Soddy), no cabe hoy duda alguna que la radiactividad es una rara condición en la materia. De 800 o más cuerpos que eran conocidos cuando se descubrió la radiación, sólo de dos, el uranio y el torio puede decirse que sean realmente radiacti-

vos. Todos los demás han sido descubiertos en el espacio de muy pocos años después de la conquista científica de Becquerel y no como elementos independizados sino como subordinados unos a otros, constituyendo esas cadenas o familias ligadas por un estrecho vínculo de parentesco.

Estas familias en número de tres tienen como punto de partida el uranio, el torio y el actíneo.

Las siguientes tablas nos enseñan los miembros de que se componen aquéllas, los pesos atómicos de éstos, su radiación, período de desactivación, vida media, año de su descubrimiento y autor que los descubrió; después daremos noticias breves de todos ellos, fijándonos únicamente en aquellos que tengan un positivo interés médico.

I. GRUPO DEL URANIO

Elementos	Peso atómico	Rayos	Periodo de desactivación	Vida media	Año de su descubrimiento	Descubridor
Uranio	238,5	α	Millones de años	9,10 años	1789	Klaproth
Radiouranio . . .	234,5	β	¿	¿	1909	Danne
Uranio X	230,5	β y γ	24,6 días	35,5 días	1900	Crookes
Ionio.	230,5	α	2,10 a.		1906	Boltwood y Rutherford
Radio	226,5	α y β	1800 a.	2900 a.	1898	Md. y Mr. Curie
Radioemanación	222,5	α	3,85 d.	5,57 d.	1900	Dorn
Radio A	218,5	α	3 minutos	4,3 m.		
Radio B.	214,5	β	27 m.	38,5 m.	1889/90	Mr. y Md. Curie y Rutherford
Radio C.	214,5	α β y γ	20 m.	28,1 m.		
Radio D	210,5	¿inactivo?	15 a.	20 a.	1904	Rutherford
Radio E_1	210,5	inactivo	6 d.	8,9 d.	1905	Meyer y Schweidler
Radio E_2	210,5	β	4,8 d.	6,9 d.		
Radio F.	210,5	α	140 d.	202 d.	1898	Curie
Radio G ¿Plomo?	206,5	—	—	—	—	—

II. GRUPO DEL TORIO

Elementos	Peso atómico	Rayos	Período de desactivación	Vida media	Año de su descubrimiento	Descubridor
Torio.	232,5	α		10 años	1828	Berzelius
Mesotorio I. . . .	228,5	inactivo	5,5 años	7,9 a.	1907	Hahn
Mesotorio II. . . .	228,5	β	6,2 horas	8,9 horas	1907	Hahn
Radiotorio.	228,5	α	737 días	1063 días	1905	Hahn
Torio X.	224,5	α y β	3,6 d.	5,35 d.	1902	Rutherford y Soddy
Torio emanación	220,5	α	54 segundos	76 segundos	1900	Rutherford
Torio A.	216,5	β	11 h.	15,3	1900	Rutherford
Torio B.	212,5	α	55 minutos	79 minutos	1906	Hahn
Torio C.	212,5	α	algunos S.	brevísima		
Torio D.	208,5	β y γ	3 m.	4,5 m.	1908	Hahn y Meitner

III. GRUPO DEL ACTÍNEO

Elementos	Rayos	Período de desactivación	Vida media	Año de su descubrimiento	Descubridor
Actineo	Inactivo	?	?	1899	Debierne
Radioactíneo	α y β	19,5 días	28,1 días	1906	Hahn
Actineo X	α	10,5 d.	15 d.	1906	Godlewski
Actineoemanación	α	3,9 segundos	5,6 segundos	1900	Debierne
Actineo A	β	36 minutos	52,1 minutos	1900	Debierne
Actineo B_1	α	2 m.	3,1 m.		
Actineo B_2	α	¿algún minuto?	¿algún minuto?	1908	Hahn y Meitner
Actineo C	β y γ	5 m.	7,4 m.		

I Familia del Uranio

Uranio (U)

Peso atómico 283,5. Peso específico 187. Emite rayos α.

Descubierto por Martin Henri Klaproht en 1879, fué aislado por Péligot en 1894. Llamó la atención de los químicos por la variabilidad de su valencia, que se manifiesta distinta en sus combinaciones.

Es un metal de color y brillo parecido al del niquel, pesado y muy duro. Por la acción del calor toma color amarillo; en estado pulverulento es negro.

Forma como el hierro dos series de sales, correspondiendo a los óxidos $U O_2$ y $U O_3$.

La sal de uranio, frecuentemente encontrada en la naturaleza, es el óxido doble de uranio $U_3 O_8$, el cual por calentamiento da el $U O_3$ con desprendimiento de oxígeno.

Las sales de oxígeno son verdes por lo general.

El uranio y sus compuestos tienen aplicación en química analítica para la determinación del ácido fosfórico, en la Industria para la fabricación del vidrio y para colorearle (uranato sódico) así como la porcelana (oxídulo de uranio); en Medicina fué recomendado para la diabetes, pero hoy no se usa a causa de la extraordinaria toxicidad que posee. Produce, aun en pequeñas dosis, nefritis muy graves.

El nitrato de uranio con luz ultravioleta ofrece fenómenos de fosforescencia.

Radiouranio

Emite rayos β.

El radiouranio es un producto intermedio entre el uranio y el uranio X. Fué descubierto por Danne al filtrar una disolución de uranio X, quedando el radiouranio en el filtro en forma de un resíduo activo.

La actividad de este elemento es variable según la edad del preparado. Al principio es más grande en una mitad que la de su mismo peso de uranio; pero algunos meses más tarde llega a alcanzar una cifra diez veces mayor. Durante todo ese tiempo se ha ido formando Uranio X, el cual puede separarse de la substancia que le origina—radiouranio—y este hecho se repite después de algún tiempo hasta alcanzar un estado de equilibrio.

Nos son desconocidas sus propiedades, duración de vida y demás constantes; sólo permite suponer que su vida media es mayor que la del uranio X.

Uranio X

Emite β y γ.

Crookes pudo separar un residuo insoluble obtenido por la acción del carbonato amónico en exceso sobre una sal de uranio. Este resíduo contenía el uranio X, el cual fué separado por Becquerel mediante la acción del sulfato de bario. También puede ser obtenido hirviendo una disolución de nitrato de uranio con hollín o carbón mineral. Estas substancias absorben el uranio X, las cuales le ceden calentándolas con nitrato de uranio.

Por su naturaleza química pertenece al grupo del hierro, el cual acompaña a las sales impuras de uranio.

Ionio

Emite rayos α.

Producto de larga vida, intermedio entre el uranio X y el radio. Fué descubierto por Rutherford y Booltwood investigando la existencia del radio en el uranio. Este último autor logró separar el ionio tratando la substancia madre del radio y del actínio por el sulfato sódico. El actínio queda en la disolución, mientras el ionio se halla en el sedimento.

Antes de ser descubierto se anunció su existencia porque en los preparados de uranio que se habían purificado del radio no se lograba encontrar un aumento de este último. Entonces se sospechó que había un cuerpo intermedio entre el uranio X y el radio.

El ionio está desde el punto de vista químico tan cerca del uranio como del torio. Acompaña a las sales de torio del comercio y hasta el día no se ha logrado encontrar un reactivo que le permita separar de aquel elemento.

Lo más importante del ionio es su producción constante de radio, que se puede separar de aquél precipitándole por el sulfato de barita; al cabo de cierto tiempo ya se ha producido nueva cantidad de radio.

Radio (Ra)

Emite rayos α. Peso atómico 226,5.

El análisis espectral y la determinación de su peso atómico dieron al radio desde el primer momento carácter de cuerpo simple, si bien no se logró aislarle hasta 14 años después de su descubrimiento. Por sus propiedades químicas ha sido clasificado en el grupo de los metales alcalino terreos, ocupando un puesto después del bario en los cuadros de Mendeleef.

Ha sido obtenido en pequeña cantidad destilando la amalgama de bromuro de bario por la electrolisis con cátodo de mercurio, por Md. Curie y Debierne.

Es un metal blanco, brillante, que se adhiere fuertemente al hierro, se ennegrece por la acción de la luz y puesto en contacto del papel y de otras materias textiles las quema. Transforma el fósforo blanco en rojo y al oxígeno en ozono. Descompone el agua y reduce las sales de plata. Se combina fácilmente con los ácidos formando sales, de las cuales se han obtenido el cloruro, bromuro, sulfato, tanato, estearato, etc., etc.

Sus sales son muy semejantes a las del bario, si bien el cloruro y el bromuro son menos solubles que las correspondientes del bario, circunstancia ésta que se utiliza para separarlas.

Las sales del comercio, las más puras, contienen siempre cantidades variables de sal de bario, que alcanza la proporción de 1 a 5 %.

Todas las sales son blancas, pero con el tiempo se van colorando más o menos rápidamente, según la pureza de la sal, en amarillo, naranja o rosa. Para devolverlas su color primitivo basta disolverlas en el agua.

A la llama del Bunsen dan un bello color carmín si son puras, pero si contienen bario sólo se observa el color verde de este último, detalle de gran importancia porque puede servir para saber la pureza de la sal—Giesel—.

El bromuro es isomorfo y cristaliza en un sistema monoclino probablemente (Rünne) por separación de dos moléculas de agua. El cloruro y bromuro son insolubles en los ácidos concentrados y en el alcohol absoluto. El nitrato es soluble en el agua; el sulfato insoluble, aun en los ácidos; el carbonato insoluble en el agua.

Entre las propiedades más características está la que suministra el análisis espectral. El espectro del radio, por su aspecto general, parece el de los metales alcalino térreos, presentando como ellos rayas fuertes y bandas nebulosas. Sin embargo, es un espectro característico hasta el punto de decir Demarcay que puede figurar el radio entre los cuerpos de análisis espectral más sensible. Con la chispa eléctrica y una disolución de cloruro de radio puro, obtuvo el afamado espectógrafo, un es-

pectro que manifestaba con gran claridad varias rayas estrechas, principalmente tres colocadas en el azul, violeta y ultravioleta respectivamente, más otras once de menos importancia.

El examen espectroscópico fué uno de los motivos que le sirvieron a Curie para creer en la existencia de un cuerpo desconocido en el bario de la pechblenda.

Las sales de radio son luminosas en la obscuridad y especialmente el cloruro y el bromuro cuando acaban de ser calentados. A diferencia de otros cuerpos que emiten luz solamente en los puntos que han sido iluminados con anterioridad, las sales de radio lo hacen expontáneamente por toda su masa.

Esta luminosidad varía con la sustancia experimentada, siendo mayor con las sales de bario-radio que con las de radio puras. En el cloruro de bario radífero, que es eminentemente luminoso, se observa que la luz cambia de matiz al cabo de algunos meses, haciéndose más violácea y se debilita bastante al mismo tiempo que se producen algunos cambios en el producto; basta disolverle en el agua para que una vez seco se obtenga la luminosidad primitiva. Las soluciones rádicas son muy débilmente luminosas. Con los cuerpos termo-luminescentes, v. g., el espato fluor, que goza de la propiedad de hacerse luminoso a temperatura moderada y que después de cierto tiempo pierde la referida propiedad, basta colocarle a la acción del radio para volverle al estado primitivo.

Otra propiedad de las sales de radio se manifiesta provocando la fosforescencia y fluorescencia de numerosos cuerpos. Las sales alcalinas y alcalino térreas, el sulfato doble de uranio y de potasio, las materias orgánicas, el cuarzo y el cristal fosforecen por la acción de los rayos rádicos Los cuerpos más sensibles son el platino-cianuro de bario, sulfito de zinc, sulfito de calcio, etc., que adquieren una fluorescencia verde-amarillenta y la villemita—ortosilicato de zinc—que la toma azul.

Esta fosforescencia es mucho más visible cuando la sal de radio se halla algo alejada de la pantalla fluorescente.

De distinta manera se comportan ciertas substancias fluorescentes ante los tres tipos de rayos. Para los α, el más sensible es un preparado de sulfito de zinc; para los β y γ, lo son el platino-cianuro y otras sales de platino, así como la villemita.

El cianuro platino de magnesia que abrillanta por la acción de los rayos X, no es apenas influído por los β y γ.

Las substancias fosforescentes se alteran si persiste la acción del radio, llegando a sufrir transformaciones químicas que las hace perder gran parte de su capacidad luminosa y su color primitivo para adquirir otro nuevo. El cristal adquiere color violeta, negro o castaño que persiste después de haber separado la fuente radiante.

El rubí toma color gris; el cuarzo, amarillo; violeta oscuro la amatista; el diamante, azulea; el zafiro toma un color amarillento. También la porcelana o el cristal se colorean en distinto tono, según el gas o la mezcla de gases que les rodeen, Si la presencia de la sal de radio es por poco tiempo, desaparecen estas coloraciones, pero si es continuada, subsisten las de algunos cuerpos. El papel y el cianuro de bario por ejemplo, se convierten en una variedad castaña y menos luminosa.

En la propiedad que tienen las sales alcalinas de colorarse por la acción de las sales rádicas está fundamentado el cromoradiómetro de Holzknecht, en el cual una mezcla de sulfato potásico y de cloruro sódico es expuesta a los rayos para medir por el cambio de color la intensidad de éstos.

Todos estos fenómenos colorantes son debidos, según Elster y Geitel, a que contienen las referidas substancias, como el vidrio por ejemplo, sales metálicas y especialmente a las pequeñísimas partículas de sales de potasio y sodio que integran su composición.

Doelter, que ha investigado minuciosamente la acción de los rayos rádicos en su relación con los colores, ha hecho notar que el fenómeno de coloración va acompañado de perturbaciones químicas de oxidación unas veces, de reducción otras.

Ligado al parecer con el fenómeno de la fluorescencia se halla el hecho de que aplicada una sal de radio sobre los ojos de una persona colocada en la obscuridad, percibe ésta ráfagas luminosas, algunas veces intensísimas. Para Curie este efecto es debido a que la sal de radio pone fosforescentes los medios del ojo. Todos cuantos enfermos de lesión de ojo hemos tratado nos han referido el fenómeno comparado por ellos al efecto de las estrellas fugaces.

Curie y Laborda demostraron que el radio era una fuente contínua y expontánea de calor. La desprendida en una hora es suficiente para fundir su peso de hielo. Un gramo de bromuro de radio desprende aproximadamente 100 pequeñas calorías por hora. Para obtener cifras definitivas es preciso hacer las observaciones empleando una sal de radio en equilibrio radiactivo, pues en las recientemente preparadas, cuando toda-

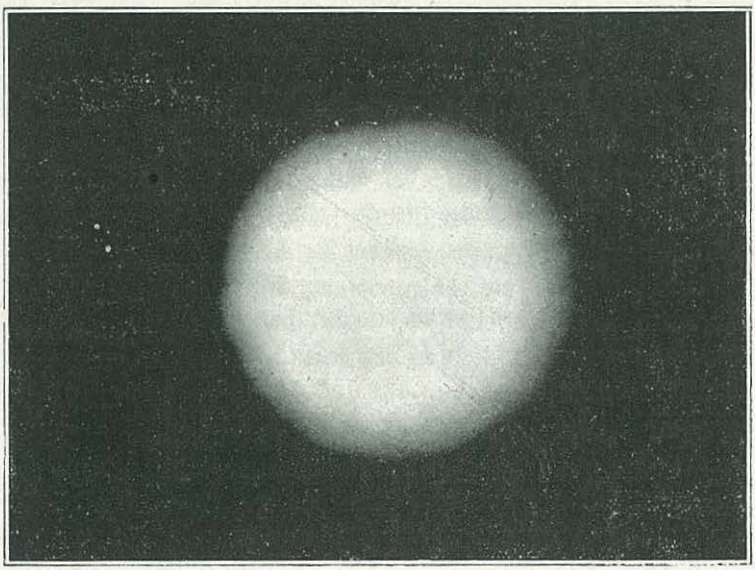


Fig. 12—Impresión fotográfica obtenida por nosotros, con una cápsula de 30 miligramos de radio a través de una pila de veinte monedas de duro.

vía no se ha obtenido aquel estado de equilibrio, la cantidad de calor desprendida es mucho más pequeña. Cuando se disuelve una sal de radio en el agua de un tubo que se cierra herméticamente, la cantidad de calor desprendida por la solución, muy débil al principio, va aumentando paulatinamente hasta llegar al cabo de cierto tiempo—un mes—a una cifra constante, que es la misma que tendría la sal en estado sólido.

William Duane ha medido la cantidad de calor desprendida por un gramo de radium con aparatos más perfeccionados

que los utilizados por Curie y Laborda y ha obtenido la cifra de 120 calorías por hora. Duane emite la sospecha de que esta enormidad de calor pudiera ser debida a la gran energía cinética de los α. No cabe duda que este desprendimiento de calor está ligado íntimamente a la desagregación del átomo del radio.

Entre las acciones químicas de las sales de radio se hallan las que produce sobre las placas fotográficas, en un todo semejantes a las de la luz. Éstas tienen lugar a través de cuerpos más o menos densos, análogamente a las radiografías obtenidas con los rayos X, pero no tan perfectas ni tan claras. Por esto no se pueden utilizar en la práctica ya que si el manantial radiactivo actúa poco tiempo, la fotografía obtenida de una parte del cuerpo humano, por ejemplo la mano, sólo da los caracteres morfológicos externos y apenas si son visibles los huesos, y por el contrario, si aquél actúa durante mucho tiempo, la radiumgrafía obtenida es muy confusa pues hasta los huesos son atravesados. Para obtener fotografías claras se precisan preparados de radio débiles y un tiempo de exposición enorme, o bien pantallas gruesas de metales densos como el plomo, platino, plata y fuertes preparados. (Fig. 12).

Por la acción de las sales rádicas se descompone el agua en sus elementos; por el contrario, una mezcla de oxígeno e hidrógeno se convierte en agua por la presencia de aquéllas. Por la misma causa, una mezcla de cloro e hidrógeno se convierte en ácido clorhídrico, el oxígeno en ozono y el fósforo blanco en rojo. El papel de tornasol azul enrojece por la acción de las sales rádicas.

Destruye la clorofila de las plantas secándose éstas al poco tiempo.

Sobre ciertas substancias como la parafina, ceresina, espermaceti, cera de abejas, ácido palmítico, estearina, etc., actúan las sales de radio haciéndoles perder de peso.

Sobre ciertos cuerpos actúan los rayos del radio con verdadera electividad, tal sucede con las combinaciones de iodo tanto orgánicas como anorgánicas, comportándose en esto de una manera análoga a la luz.

Además de todo esto, las sales de radio originan un sinnúmero de procesos de orden químico sobre muchos cuer-

pos inorgánicos, químicos y biológicos sobre seres, órganos o tejidos orgánicos, procesos tanto del tipo destructivo como del regenerativo. Sobre todo esto trataremos con alguna extensión al hablar de la acción biológica de los cuerpos radiactivos.

Otras substancias quedan completamente indiferentes a la acción del radio.

Obtención.—La obtención de las sales de radio es una operación pesada y cara. La cantidad de radio es pequeñísima en la superficie de la tierra, hasta el punto de que hay que utilizar como minerales ricos la pechblenda y la carnotita, que dan uno o dos decígramos de radio por tonelada de mineral, tratada siguiendo un procedimiento carísimo y pesado del que no vamos a dar más que ligerísima noticia.

El procedimiento tipo es el que se utiliza para extraerlo de la pechblenda, mineral que proviene de Joachimsthal en Bohemia y donde desde remotos tiempos se extrae la plata. La operación se puede dividir en dos fases:

1.° La pechblenda se desembaraza de todo el uranio que contiene. Esto se realizaba también antes del descubrimiento del radio para extraer el uranio, que tan bellos colores proporciona a la Industria. Los resíduos de esta operación, que antes se despreciaban, llevan consigo las substancias radíferas.

2.° Estos resíduos son tratados en fábricas especiales para este objeto, por diversos reactivos que tienen por finalidad separar y purificar las porciones ricas en radio, polonio y actínio hasta obtener los llamados *sulfatos brutos.* Una vez obtenidos los sulfatos brutos de bario radífero, se separa este último por una serie de cristalizaciones fraccionadas sobre el bromuro de radio, hasta obtener un bromuro de radio puro o que contenga insignificantes cantidades de bario.

Radioemanación

De los productos de desintegración del radio es el mejor conocido, gracias a la facilidad que ofrece para separarse de ellos así como a su relativa larga vida.

Fué sospechada por Rutherford y más tarde por Owens al notar que la intensidad radiactiva de un preparado de torio era grandemente disminuída por el paso de una corriente de aire.

Dorn descubrió la emanación del radio en una sal de bario radífera y Giesel la del actínio, a la que denominó *emanio.*

Por su naturaleza física, la emanación debe clasificarse entre los gases cuyas leyes sigue. Se mezcla con otros gases y se difunde por los tubos capilares y por las materias porosas como por ejemplo, el papel; se deja conducir por tubos, medir su volumen y liquidar a temperatura de —155°. Se comporta por lo tanto en absoluto como un gas material.

Desde el punto de vista químico, se muestra la emanación indiferente, detalle que sólo se había observado en los llamados gases raros del tipo del Argo. Su espectro consiste en un gran número de líneas claras y muy semejante al del Xeno su más próximo allegado.

A causa de este parentesco con los gases del grupo del argo se le ha dado el nombre de *Nitón,* nito, que ha sido poco aceptado porque nada indica y porque sería necesario un nombre para cada emanación.

Su peso molecular (igual al atómico) es de 222,5. Su vida media es de 3,85 días.

De las combinaciones sólidas de radio se desprende pequeña cantidad de emanación que aumenta si se someten aquellas a la acción de una alta temperatura (400 a 500°). De las soluciones, por el contrario, se obtiene tanto en frío como en caliente, mayores cantidades, que todavía aumentan si se agita el líquido con rapidez, lo cual tiene importancia para medir la emanación y para su uso terapéutico.

Las emanaciones del torio y del actínio se desarrollan con

más facilidad que la del radio, de las substancias sólidas que le contienen.

Por su conducta físico-química las tres clases de emanación tienen entre sí gran analogía. La del radio, más constante que la del torio y actinio, es muy soluble en el agua y en otros líquidos y se deja desprender agitando las soluciones, haciendo pasar una corriente de aire o calentando aquéllas.

El coeficiente de disolución (0,3 a la temperatura ordinaria, 0,12 a los 80°) depende de la clase del líquido, de la temperatura, presión, etc., de todos los factores que intervienen en la solubilidad de los gases. Muy soluble en los líquidos orgánicos a excepción de la glicerina.

El carbón de nueces de coco, tiene la propiedad de absorber la emanación a la temperatura, ordinaria. Lo cede si se calienta. Otras substancias sólidas, como la espuma de mar, las superficies metálicas, sobre todo pulidas, la absorben igualmente.

La atmósfera presenta un contenido considerable de emanación a la que debe sus propiedades radiactivas. El agua de lluvia recién caída y la nieve se ofrecen como fuertemente radiactivas, lo que es fácil de comprender por la atracción que ejercerán por su carga negativa sobre las partículas de emanación cargadas positivamente. La tierra también por manifestarse como electro-negativa debe recibir multitud de partículas de emanación, de tal suerte que todas las cosas de la tierra, casas, árboles, colinas, montañas, etc., se hallen cubiertas de una capa radiactiva como realmente sucede.

Elster y Geitel han notado gran cantidad de emanación en el aire de las grutas y cavernas donde se halla aquél fuertemente iontizado. El aire de las llanuras y de las costas contienen poca emanación por la fácil movilidad de sus corrientes.

Las aguas minerales, el lodo de muchas fuentes y el petróleo en bruto contienen emanación.

La emanación se está desarrollando constantemente del radio y ella a su vez se muestra radiactiva, es decir, emite rayos α. Todo cuerpo colocado por algún tiempo en su vecindad se convierte en radiactivo. Este fenómeno que se llamó *actividad in-*

ducida fué observado primeramente por Md. Curie con la radioemanación y por Rutherford con la procedente del torio.

La radiactividad inducida se manifiesta especialmente si se coloca la substancia que se quiere activar en una cámara cerrada con una sal de radio o mejor aún con una disolución de ella. La radioemanación se distribuye por todos los cuerpos cualesquiera que sean proporcionalmente a la cantidad de radio que haya en la cámara, sin que influya ni la naturaleza ni la presión del gas, ni el orden en que se hallen aquellos colocados.

En esta inducción de actividad no juegan ningún papel los rayos del radio como se demuestra con una sencilla experiencia. Si se coloca una vasija cerrada conteniendo el radio dentro de una cámara donde se hallan distintos cuerpos, éstos no se activan a pesar de que las paredes de la vasija son atravesadas por los rayos de aquélla a causa de su gran poder de penetración; pero si se abre la vasija, rápidamente se escapa la emanación y los cuerpos colocados en la cámara se muestran activados. Es por consiguiente, el fenómeno de la inducción activa dependiente de la emanación.

La actividad inducida se deja concentrar con los fuertes campos eléctricos sobre el electrodo negativo, lo que indica que sus portadores se hallan cargados positivamente. También por la acción de ciertos ácidos se arrastra la actividad de los cuerpos inducidos radiactivamente.

Estos cuerpos activos por inducción, es decir, que emiten rayos de Becquerel, no conservan su actividad como los elementos radiantes, sino que por el contrario, la van perdiendo paulatinamente. La emanación se destruye según una ley exponencial definida y cada cuatro días se reduce a la mitad de su valor.

La emanación se transforma en cuerpos de peso atómico inferior, que al depositarse sobre los cuerpos sólidos constituyen la actividad inducida o depósito activo. (Niederschlag de los alemanes.)

Si cargamos negativamente por una corriente eléctrica un alambre de metal y le exponemos durante algunas horas dentro de una atmósfera cargada de emanación, se hace radiactivo, emitiendo rayos que pueden ser medidos por el electrómetro;

es decir, manifiesta la actividad inducida por haberse depositado en él, los productos de desintegración de aquélla. Este depósito y con él la actividad, se puede retirar frotando la superficie del alambre con una piel humedecida con amoniaco, la que quemada nos dará unas cenizas que contiene el sedimento radiactivo. También se puede disolver en los ácidos minerales fuertes.

El sedimento radiactivo es tan instabil como su substancia madre la emanación y sufre una serie de transformaciones sucesivas como puede verse en la (Fig. 13).

El radio A B y C se destruyen a los 3, 27 y 20 minutos respectivamente. Emiten: el A rayos α, el B β y el C α, β, y γ.

Después de la separación de la actividad del radio A B y C (depósito activo de destrucción rápida) queda todavía un resto de actividad que según Rutherford está formado por varias substancias.

La investigación de este resto activo nos ha enseñado que le componen otros tres productos de destrucción; radio D, E y F, los cuales constituyen el depósito radiactivo de destrucción lenta.

El radio D es un cuerpo parecido al plomo.

El radio D no se muestra activo, pero origina productos que como el radio E y F emiten rayos.

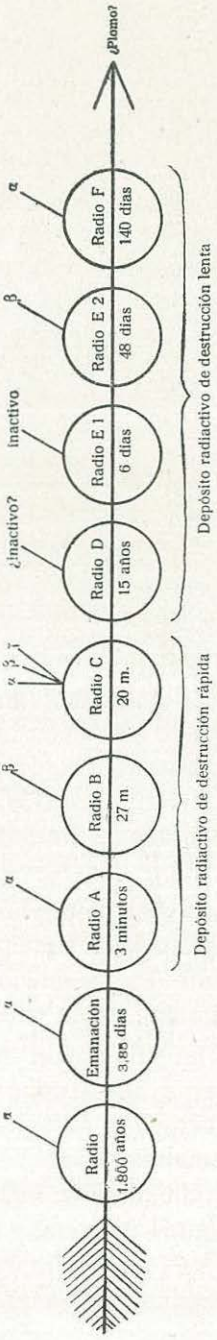


Fig. 13

El radio E según Meyer y Schweidler está formado por dos substancias, E_1 y E_2.

El radio F idéntico al Polonio de Curie, es el último miembro de la cadena radiactiva y emite α.

El cuerpo que le sigue es el plomo y éste se manifiesta como totalmente inactivo.

Resumiendo lo que antecede veremos que la emanación, primer descendiente del radio, se destruye siguiendo una ley exponencial definida y que cada cuatro días se reduce a la mitad de su valor primitivo, es decir, se ha transformado la mitad de su valor en valores del cuerpo siguiente; ahora bien, en ese mismo tiempo se ha producido nueva cantidad de emanación de su generador radio y de esta suerte, repitiéndose el fenómeno de reducción y aumento, llegará un preciso instante en que las pérdidas estarán compensadas por los ingresos o lo que es lo mismo, en que se establece el equilibrio radiactivo. Esto mismo sucede del radio a la emanación y de ésta a sus sucesores, hasta que el equilibrio radiactivo se ha producido en todo el grupo y desde aquel momento se necesitan 1800 años para que el radio baje a la mitad de su valor, que tampoco se verificaría si estuvieran presentes sus progenitores, ionio, etc.

II. Grupo radiactivo

Torio

Emite α

Descubierto por Berzelius, el torio se encuentra en casi todos los minerales radiactivos, así como sus productos de desintegración, acompañando al uranio.

Entre sus propiedades llama la atención la pequeñísima cifra que alcanza su calor específico. Por calor específico se entiende aquella cantidad relativa de calor que hay que emplear para elevar la temperatura de la unidad de peso de los distintos cuerpos a un grado determinado. Así un kilo de mercurio necesita 30 veces aproximadamente más cantidad de calor para elevar su temperatura de 0 grados a 100 que la necesaria para esa misma elevación de un kilo de agua. Por el contrario, con el calor empleado para elevar la temperatura de un kilo de agua de 0 grados a 100, es bastante para conseguir el mismo resultado de elevación con cuarenta kilos de torio metálico.

Calentando el metal torio o una de sus sales hasta el rojo, se oxida formando óxido de torio Th. O_2 que es un polvo amorfo, blanco, que posee la propiedad de dejar a los gases condensarse en su superficie. Cristaliza en cubos octaédricos. Insoluble en los ácidos, soluble en una disolución de cloruro o de hidrato de torio.

El hidróxido de torio se conduce como una fuerte base, que con los ácidos, también fuertes, forma sales. Estas sales, que contienen el radical del ácido mineral, son constantes a 0 grados y por calentamiento se descomponen precipitándose un sedimento insoluble de sus disoluciones.

El torio es debilmente radiactivo si bien es muy permanente su radiactividad. Emite en sus combinaciones rayos alfa, beta y gamma en distinta proporción cuantitativa que el uranio, pero de intensidad aproximadamente igual.

La vida media del torio parece ser de 10.000 años.

Mesotorio

Emite β.

Es una substancia radiactiva que se supuso existía en la serie del torio entre éste y el radio-torio. El fundamento fué el siguiente: Las sales de torio muestran distinta actividad según su estado. Primeramente disminuye aquella hasta un mínimum en el transcurso de tres años aproximadamente y desde este momento vuelve a elevarse lentamente. Como al obtener Hahn el radio-torio se encontró con que éste poseía una determinada actividad, supuso que entre el radio-torio y el torio tenía que existir una substancia casi inactiva y de larga vida a la que denominó mesotorio. De suerte que la serie se desarrolló en torio, mesotorio y radiotorio explicándose Hahn el descenso de actividad de las sales de torio por una perturbación de equilibrio entre esos elementos. Al separarse el mesotorio de las sales del torio se produce menos radiotorio, puesto que apenas si existe substancia madre y la actividad disminuye, elevándose de nuevo a medida que se va formando paulatinamente mesotorio del torio y por tanto la producción del radiotorio aumenta también y con ella la actividad.

El mesotorio no es, como ha demostrado Hahn, una substancia única, una entidad elemental, sino que consta de dos substancias que pueden separarse por determinados procedimientos químicos. Una parte se muestra como inactiva y de larga vida, 5 y $^1/_2$ años aproximadamente y la otra con período de desintegración de 6,2 horas. Se han designado esas substancias con el nombre de mesotorio I y mesotorio II.

La conducta química del mesotorio se asemeja a la del radio con el que se encuentra asociado en la naturaleza.

Para obtener un valor comparativo con el radio no se ha considerado al mesotorio por su peso, sino por su fuerza radiactiva. Así resulta que un miligramo de mesotorio equivale desde el punto de vista de su actividad a 300 miligramos de radio. Esto tiene lugar por la mayor rapidez de desintegración

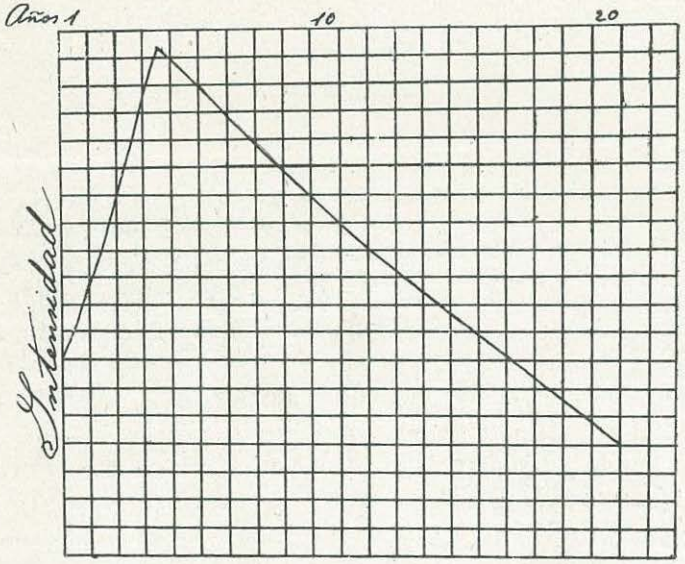


Fig. 14.—Gráfica que expresa la actividad del mesotorio en relación con el tiempo

del mesotorio I (5,5 años) que del radio (1.800 años), lo cual expresa la siguiente ley: Los períodos de desintegración de pesos iguales de substancias radiactivas distintas están en razón inversa a su energía de radiación.

El mesotorio del comercio contiene aproximadamente una cuarta parte de su peso de bromuro de radio. En el mesotorio obtenido técnicamente hay 0,25 miligramos de mesotorio y 25 miligramos de bromuro de radio por 100; el resto está constituido por materia inerte. Estos 0,25 miligramos de mesotorio nos dan

desde el punto de vista de su radiación una actividad de 75 miligramos de radio. De suerte que en los 100 miligramos de mesotorio obtenido por procedimientos técnicos, tendremos una actividad equivalente a 100 miligramos de bromuro de radio puro. (0,25 milígrs. de mesotorio=75 milígrs. B Ra + 25 miligramos de Br Ra=100 miligramos de Br Ra.)

La actividad del mesotorio como expresa la curva que hemos hecho para su más fácil comprensión sigue una marcha ascendente desde su preparación hasta poco más de los tres años, enseguida empieza a descender lentamente conservando a los diez años todavia una actividad mayor que la originaria. Por el contrario a los veinte años es la mitad de lo que fué en su origen. (Figura 14.)

Después de la desintegración completa del mesotorio queda el 25 % del radio que le acompaña.

No se debe olvidar este detalle de que el mesotorio lleva siempre una cantidad de radio, que a pesar de todos los esfuerzos no se ha logrado separar de aquél, porque esta asociación influye mucho sobre el mesotorio y su utilización en Medicina.

Radiotorio

Emite α.

Descubierto por Hahn, el radiotorio desprende 5.000 veces más emanación que una cantidad de peso igual de torio. Se comporta químicamente como perteneciente al grupo del hierro.

Se ha encontrado el radiotorio en algunas fuentes minerales y en sus lodos. Blanc le encontró en las aguas de Salins-Moutiers; Elster y Geitel en el barro de Baden-Baden.

Emite rayos alfa y se transforma en torio X.

Torio X

Emite α y β.

El torio X fué obtenido al tratar una disolución de una sal de torio con amoniaco. Constantemente se está formando torio X en las sales de torio. Como han demostrado Rutherford y

Soddy, en aquellas sales existe siempre una cantidad de torio X en equilibrio que, a pesar de todas las sucesivas transformaciones, es siempre la misma, pues lo que se pierde se halla compensado con lo que se forma.

La actividad de torio X crece desde el momento en que se forma hasta llegar a las veinticuatro horas, que adquiere su máximun; enseguida empieza a decrecer.

Torioemanación

Emite α.

Ofrece caracteres análogos a la radioemanación, pero tiene más corta vida que ésta, ya que a los cincuenta y cuatro segundos queda reducida a la mitad. Se liquida a una temperatura de —150° y entonces se puede subir unos 30 grados aquélla sin que el proceso de condensación se pierda.

La naturaleza de la torioemanación, como la de sus análogas la radio y actinioemanación, ofrece el carácter de los gases materiales, en cuyo grupo se halla comprendida, no presentando como ellos, afinidades químicas. Sus moléculas se pueden considerar como monoatómicas.

También como la del radio y actínio, la emanación del torio produce sobre los cuerpos, metal, papel, vidrio, etc., un depósito activo (torioactividad inducida) compuesto del torio A B C y D. (Fig. 15)

El torio A es un rayo β con un pe-

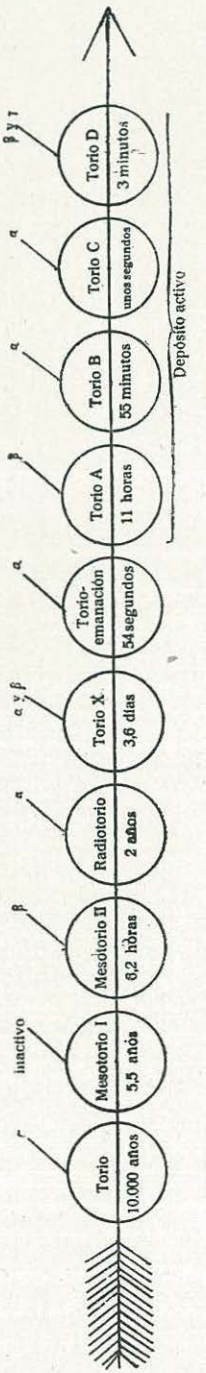


Fig. 15

ríodo de destrucción de once horas. Su intensidad radiactiva es pequeñísima. El período de tránsito del torio A al torio B es de cincuenta y cinco minutos.

Examinando la curva de iontización producida por el depósito activo del torio, halló Hahn dos grupos distintos de rayos α de donde dedujo que pertenecían a dos substancias distintas, el torio B y C, que no se han podido separar. El Th. C. sólo vive algunos segundos y emite α de recorrido distinto que los del Th. B.

Tratando de separar con ayuda de un campo eléctrico el Th. C, halló Hahn una substancia que emitía rayos penetrantes, el Th. D.

III Grupo radiactivo del Actinio

Actinio

Emite α y β.

El actinio se forma tratando una disolución de mineral de uranio con bario y ácido sulfúrico. Aquel queda en el sedimento. Se logra concentrarlo y purificarlo mediante laboriosos y complicados procedimientos químicos, pero no obtenerle puro.

Nos son desconocidas la mayor parte de sus propiedades físico-químicas (véase el cuadro del actinio, pág. 31) así como las biológicas y fisiológicas. Sin embargo, con preparados impuros de él y de sus derivados se han hecho algunas experiencias como veremos en lugar apropiado.

La propiedad más importante del actinio es la permanencia de su actividad. Emite rayos, produce emanacion y ésta, depósito activo.

Su proceder químico es análogo al del lantano y cerio que lleva en sí la pechblenda.

Probablemente el actinio pertenece a un grupo de elementos hermanos del radio e ionio y cuya substancia madre común, es el uranio. Sin embargo cuantas tentativas se han hecho para demostrar su existencia en el uranio. no han tenido éxito.

Radioactinio

Emite α y β.

Es una substancia intermedia entre el actinio y actinio X, con quien está íntimamente ligado. Se le ha aislado lo suficiente para conocer algunos de sus caracteres.

Pertenece desde el punto de vista químico al grupo de los alcalino-térreos. Su periodo de desactivación es de 19,5 dias.

Actinio X

Emite α.

Por tratamiento de una disolución de actinio por amoniaco, encontró Giesel en la disolución amoniacal, el actinio X. (Emanio X). Godlewski que hizo experiencias análogas le denominó Actinio X. Este elemento da una emanación análoga a la del radio y torio y también un depósito activo.

Actinioemanación

Emite α.

La actinioemanación tiene análogas propiedades que las procedentes del radio y torio. Su vida media es cortísima, pues sólo alcanza cuatro segundos.

El desprendimiento de emanación tiene lugar tanto de los minerales que contienen actinio, como de las disoluciones.

Según Debierne las disoluciones del actinio desarrollan una segunda emanación idéntica a la del radio. De demostrarse esto sin que intervenga el radio, tendríamos una prueba palpable del parentesco genético del actinio con aquel otro elemento.

Produce un sedimento radiactivo que se deja separar por la acción de los ácidos fuertes.

Se compone del actinio A, B y C. El B, dividido en dos substancias B_1 y B_2.

IV Yacimientos y Minerales radiactivos

Los productos minerales en los que se ha logrado demostrar la existencia de la radiactividad son numerosísimos y se hallan universalmente repartidos por la corteza terrestre—Strutt—. Por lo que respecta al radio, puede decirse, con grades probabilidades, que no hay otro cuerpo más extendido por la naturaleza pero en tan pequeñas proporciones que es necesario, como dicen Elster y Geitel, utilizar como minerales ricos la pechblenda y la carnotita, que dan por cada tonelada de mineral después de costosísima preparación unos centígramos de bromuro de radio.

Por consecuencia de esa universalidad del radio se encuentra su emanación extendida por todas partes; por la tierra, por la atmósfera y por las aguas, ofreciéndonos diferencias en cantidad según los lugares y otros factores.

Los yacimientos terrestres más ricos en radio, según las investigaciones de Strutt y Joly, corresponden a las rocas graníticas de origen volcánico, pórfidos, pegmatitas—Gockel—en menor cantidad lo ofrecen las rocas sedimentarias—Buchner—y tanto unas como otras, contienen siempre alguna mayor o menor cantidad de uranio como representante genético del radio.

De los minerales que contienen radio (véanse las tablas de Booltwood y Strutt) son los más importantes la uranitita (pechblenda) gumnita, uranofan, torogunmita, carnotita, samarskita orangita, fergusinita, monacita, en arena, cristalizada, sólida, etcétera.

De todos estos minerales los más ricos por la cantidad de uranio y radio que contienen, son la pechblenda y la uranitita ($U_3 O_8$) de los cuales se encuentran importantes yacimientos en

Joachimsthal (Bohemia), Johanngeorgenstad (Sajonia), Cornwal (Inglaterra), Carolina y Connecticut (Estados Unidos), y en el Africa alemana del Oeste. También la carnotita (vanadato uránico-potásico) es un mineral rico en radio, que se encuentra principalmente en los Estados Unidos.

Szilar en un trabajo publicado en 1909 en la revista «Le Radium» cita 111 clases de minerales de uranio y de torio los cuales se hallan distribuídos en unos 500 lugares distintos.

Los principales yacimientos de mineral de uranio se encuentran en los montes Metálicos y sus estribaciones. Los de pechblenda en Joachimsthal (Bohemia), donde desde muy antiguo se extrae el hierro y el uranio. Los resíduos de la preparación de esos minerales que antes se despreciaban han adquirido hoy mucho valor merced al radio que contienen.

En unos y en otros lugares se han hecho profundos estudios geológicos con objeto de determinar las condiciones que permitan suponer con fundamento la existencia del radio y del uranio en los terrenos, sin que hasta la fecha se hallan logrado alcanzar.

Por lo que respecta a Joachimsthal que ha sido investigado minuciosamente por Step resulta que su formación geológica parece estar constituída por una capa de cuarzo sobre la cual se deposita en costras el uranio y por encima de ambas, otra capa de dolomita roja. El mineral de uranio, más antiguo que la plata, no forma grandes depósitos sino estrechos filones y bolsas. Es muy raro encontrar trozos compactos de gran tamaño; sin embargo se hallaron algunos hasta de 50 kilos de peso.

Dada una determinada cantidad de mineral de uranio se puede saber la cantidad de radio que contiene, teniendo en cuenta que existe una relación de ley de medida entre la cantidad de uranio y la del radio. Esta relación se refiere a la vida media del uranio y del radio, que es de tres millones de veces más grande la del primero que la del segundo. De suerte, que, en un mineral de uranio corresponde el contenido de radio a una tres millonésima parte, como nos aclara este ejemplo de Kohlrausch: En 1.000 kilógramos de pechblenda de Joachimsthal existen 680 kilógramos de uranio que contienen 0,22 grs. de radio, siendo en realidad todavía mucho más pequeña la cantidad que se obtiene.

Asi se comprende el enorme valor de las sales de tan precioso metal (400.000 francos el gramo) y la necesidad de encontrar otros minerales más ricos que la pechblenda para lograr su abaratamiento.

A este objeto convenia que nuestros médicos de partido se dieran cuenta de lo fácil que es examinar desde el punto de vista radiactivo un mineral cualquiera, pues basta colocarlo sobre una placa fotográfica encima de cuya cara sensible se pone un papel negro y dejarlo en cámara oscura (una caja forrada de papel negro) durante unos días. Si la impresión obtenida es fuerte puede hacerse nuevo ensayo con menos tiempo de exposición y asi formarse idea aproximada de la intensidad radiactiva del mineral objeto del ensayo y por ella la de si convienen ensayos electrométricos como preliminares de una explotación.

Nosotros por este procedimiento llevamos examinados más de 200 ejemplares de distintos minerales, habiendo encontrado muchos con manifestaciones radiactivas más o menos intensas pero ninguna en cantidad explotable industrialmente. Los médicos de distritos mineros que tengan curiosidad por ese sencillo y económico exámen de minerales, pueden tener ocasión de realizar un valioso hallazgo en bien de la Ciencia y de la Patria.

Las aguas que brotan de todos esos lugares donde se encuentran el uranio y el radio se hallan fuertemente cargadas de emanación, bien porque salga ésta con el vapor de aguas por las hendiduras de las rocas, como afirma Step, bien que recojan la emanación al ponerse en contacto con los yacimientos de uranio, como asegura Petraschek.

Weidig, que ha estudiado detenidamente las de las regiones de Erzgebirges (montes Metálicos) y Fichtelgebirges, supone ligada la riqueza radiactiva de las aguas de esas regiones al sistema de hendiduras que ofrecen los macizos graníticos.

La universalidad del radio y sus productos hace que tanto en la atmósfera hasta las más grandes alturas, como en la superficie de la tierra y como en el interior de la misma se agreguen aquellos elementos a las substancias sólidas o líquidas.

Respecto de la costra de la tierra Strutt calcula que contiene por término medio 4.10-12 grs. de radio por ccm. En el agua del mar el mismo autor encontró 23.10-15 grs. por término me-

dio, presentando un aumento de esa cifra el agua del mar cercano a las costas y una disminución el de la alta mar. También ofrece variaciones según otras circunstancias, como lo son la situación geográfica, profundidad, corrientes marinas, influencias metereológicas, etc.

En el sol se ha llegado a demostrar la presencia del radio por Snyder y Curie. Snyder halló signos de radio en la fotoesfera y Curie en sus exámenes espectroscópicos halló los del helio y como está demostrada la identidad entre las partículas α del radio y el helio podemos concluir diciendo que en el sol lo mismo que en la tierra existe el radio, suposición tanto más cierta cuanto que sabemos que en aquel astro existen los mismos elementos que en nuestro planeta.

Probablemente el radio y sus productos intervendrán en el calor del sol. En la tierra dado el gran desprendimiento de energía y la generalización de aquellos elementos deben influir considerablemente en el calor del planeta. Según calculos un contenido de 2. 10—18 gramos de radio por centímetro cubico es bastante para restablecer el equilibrio de temperatura. Strutt encontró como hemos visto más arriba mucha mayor cantidad a la que habría que añadir la procedente del torio y de sus productos de descomposición, indicándonos con esto que sólo la desigual distribución de las substancias radiactivas es la causa de que no tenga una temperatura igual toda la corteza terrestre. Esta temperatura va decreciendo hacia el centro de la tierra y a 75 kilómetros de profundidad, parece ser igual a cero.

De todos modos no cabe duda que el radio y sus productos a causa de su larga vida y de la enorme energía que despliegan sus mutaciones, ha de ejercer una notable influencia en el calor telúrico.

Igualmente que el radio se halla extendido el torio en la superficie de la tierra más marcadamente en las rocas graníticas de origen volcánico y algo menos en las sedimentarias. A consecuencia de esa gran difusión se halla el torio repartido en muchos minerales de los que citamos sólo los más importantes.

Aesquinita Auerlith (silicato y fosfato de torio utilizado en la fabricación de las camisas del mechero Auer) Allanita, Albi-

ta, Calciotorita, Eucrasita, Policras, Monacita, Orangita, Torgumita, torianita, etc., etc. Esta última es el mineral más rico de torio conocido hasta el dia y procede de Sabaragamuva (Ceylán).

También el agua del mar contiene torio. Uno de los más importantes minerales para la extracción del torio es la arena monacita procedente del Brasil, la cual da una cantidad aproximada al siete y medio por ciento. Se utiliza en la industria de las camisas de los mecheros y de ellas se extrae el mesotorio y el torio X.

El precio del mesotorio es de 250 a 300.000 francos el gramo, precio elevadísimo y debido como el del radio a la complicada y costosa preparación de esos cuerpos. Una tonelada de arena monacitada produce un miligramo de mesotorio. El torio se encuentra siempre en compañía del uranio y del radio; así la arena monacitada contiene 0,3 % de uranio y hasta los restos de las camisas de los mecheros del alumbrado le contienen al lado del mesotorio en una proporción de 3: 1. Estos restos de las camisas se utilizan principalmente en los laboratorios para proporcionarse las combinaciones del torio.

El actinio, como sus hermanos el torio y el radio, parece muy extendido por la naturaleza y siempre en compañía de aquéllos. Como apenas nos son conocidas sus propiedades no ofrece la facilidad de investigación de los demás cuerpos radiactivos, por lo que apenas si se ha podido señalar su presencia en muchos lugares. Sin embargo se ha demostrado su existencia en algunos puntos de la superficie de la tierra. Giesel le ha demostrado en un humus de Capri.

Debierne encontró el actinio en los óxidos del grupo del hierro aislados de la pechblenda.

V. Medida de la Radiactividad

Ya hemos visto los distintos procedimientos de que podemos valernos para determinar cualitativamente la existencia de un cuerpo radiactivo (página 5.ª). Ninguno de ellos (acción fotográfica, fluoroscópica, luminosidad, etc.), nos da la medida, por lo que es necesario acudir para ello a los métodos electrométricos o a los fundados en el desarrollo de calor por los cuerpos radiactivos.

El método más sencillo y corriente es el electroscopio. Su fundamento está expresado en las páginas 6 y 7. El aire que en circunstancias ordinarias no es conductor de la electricidad, en presencia de un cuerpo radiactivo se iontiza y conduce la corriente eléctrica. La mayor conductibilidad del aire es directamente proporcional, en determinadas condiciones, a la intensidad del cuerpo radiante. Se mide por tanto, para valorar la fuerza de una substancia radiactiva, la cantidad de electricidad que corre a través de un determinado dispositivo en la unidad de tiempo.

El aparato que para ello se emplea es el electroscopio, el cual se carga eléctricamente y por la acción del aire iontizado, a la presencia del cuerpo radiactivo que se quiere ensayar, se descarga con mayor o menor rapidez.

Los antiguos electróscopos han sufrido muy grandes modificaciones que les hace extraordinariamente sensibles. Desde las primitivas experiencias hechas con dos bolitas de médula de saúco unidas a dos hilos de seda perfectamente aislados y las cuales al cargarse se separan una de otra indicándonos la tensión eléctrica, hasta los electróscopos de doble hoja de oro o de aluminio que se utilizan hoy día para medir la radiactividad, hay una diferencia de perfección extraordinaria.

El fundamento sin embargo es el mismo. Las hojitas de oro del electroscopio, lo mismo que las bolitas de saúco se separan unas de otras al recibir la carga eléctrica y tanto más cuanto mayor sea aquélla. En un electroscopio perfectamente contrastado y cuya capacidad nos sea conocida, se puede medir en voltios por la separación de las hojas la magnitud de la carga (potencial).

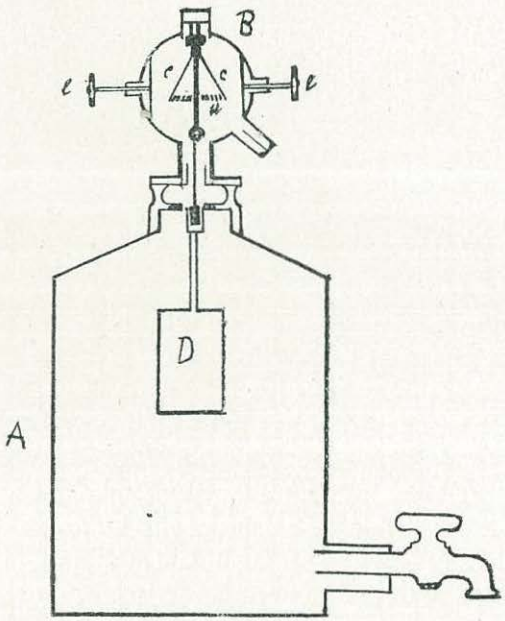


Fig. 16.—Fontatoscopio de Engler y Sieveking

Los electroscopios más usados son los de Curie, Wilson, Righi, Schmidt, Esner, Elster y Geitel, etc.

Todos ellos constan de la cámara de iontización y el instrumento de medida propiamente dicho. Se cargan las hojitas, se separan estas en relación con la magnitud de la fuerza eléctrica introducida y si el aire que las rodea es seco permanecen así. Pero si en la cámara de iontización se coloca un cuerpo radiactivo, el aire se hace conductor y entonces caen las hojas tanto más rápidamente cuanto más radiactivo sea aquél y más cerca se halle colocado.

La observación de la caida de las hojitas se hace mediante un microscopio o una lente, fijando el tiempo que tarda en caer con un cuenta segundos de parada. Los aparatos llevan unas tablas que nos dicen la tensión necesaria para dar a las hojas una determinada separación.

Los electróscopos son tanto más sensibles cuanto más pequeña sea su capacidad.

Sobre el fundamento del electroscopio descansan algunos otros aparatos, de los cuales sólo citaremos el fontatoscopio de Engler y Sieveking, por ser el de uso más corriente para la determinación de la emanación. (Fig. 16.)

Consiste en un recipiente (A) de hojadelata de 2 a 10 litros de capacidad que constituye la cámara de iontización, sobre el cual se monta el electroscopio (B) de hojas de aluminio, c c y la varilla de agitación D. Las llaves e, e, sirven de protección de las hojillas durante el reposo. Una escalilla graduada en cuarenta divisiones H y una lupa que permite hacer la observación.

Las hojillas del electroscopio se cargan y se separan, permaneciendo en esta actitud si el aire de la cámara no está iontizado, pero si lo está caen con más o menos rapidez. El tiempo que tardan en caer se mide con ayuda de un cuenta segundos.

El fontatoscopio se utiliza para la medida de la emanación, una de las medidas más interesantes para el médico en su relación con las aguas minerales y los emanatorios artificiales.

Otros muchos aparatos permiten medir la radiactividad, como son el galvanómetro, electrómetro de Wulf, ionómetro de Greinacher, Fontatómetro, etc., cuyas descripciones no nos parecen propias al objeto de este Manual.

La medida de la iontización del aire puede hacerse exclusivamente para la producida por los rayos α y β o bien sólo para los γ. Y aquí nace otro método de medida muy importante cuando se trata de cuerpos radiactivos muy intensos; la medida por los γ. (Cuando se trata de preparados débiles se hace por los α y β).

Para la medida por los γ hay necesidad de disponer de un preparado patrón, el cual le suministran los grandes laboratorios de radiactividad.

La substancia a ensayar hay que introducirla en un recipiente impermeable a la emanación y perfectamente cerrado. Como instrumento se puede utilizar un electrómetro o fontatómetro. Entre el aparato y la substancia que se va a ensayar se coloca una plancha de plomo de medio centímetro de grosor y a unos 20 centímetros de distancia del instrumento. Se carga el electrómetro y se observa la caída por influencia del preparado patrón y después se coloca el cuerpo que se quiera ensayar y se anota como antes el tiempo de caída. La cifra obtenida se descuenta de la anterior.

Estas medidas se repiten varias veces para deducir un término medio y a los cuatro días se vuelven otra vez a obtener ya que en ese tiempo el valor del preparado de radio ha subido la mitad del valor que en su total madurez puede alcanzar. La diferencia obtenida entre ambos valores nos dará el valor verdad del preparado.

Si el preparado es muy puro, al cabo de cuatro semanas se ha obtenido el máximo de intensidad y esta es ya constante.

También en el calor que desarrollan las sales de radio se halla basado otro método de medida de la radiactividad.

Sabemos que una sal de radio tiene siempre mayor temperatura que todo lo que la rodea, dependiendo esto de su constante emisión de rayos. La cantidad de calor de la unidad de medida del radio en la unidad de tiempo constituye una importante constante. Por este medio y después de emplear distintos procedimientos encontraron Curie y Laborda que un gramo de radio desarrolla en una hora una cantidad de calor de 100 calorías.

Obtenida una cifra como unidad es factible el calcular una determinada cantidad de radio por las calorías que emita.

Los casos que se nos pueden presentar de medida de las substancias radiactivas pueden ser; de substancias radiactivas sólidas, líquidas o gaseosas.

Merece citarse especialmente, entre las medidas complejas; la de las fuentes minerales, porque en ellas se da el caso de tener necesidad de medir sólidos, líquidos y gases.

Para determinar científicamente la radiactividad de las fuentes minerales es necesario medir: 1.º, la emanación disuelta en

el agua y la del aire; 2.°, la contenida en los gases del manantial que puede proceder del radio, torio y actinio; 3.°, las sales radiactivas disueltas; 4.°, las contenidas en el sedimento.

Estas determinaciones deben hacerse junto al manantial. Como a veces el empleo del agua está distanciado de la emergencia de ésta, conviene hacer el ensayo también en el lugar del empleo para adquirir un criterio médico completo respecto del valor radiactivo del manantial estudiado.

Otro punto importantísimo que tenemos que abordar en este capítulo de la medida de la radiactividad es referente a la expresión de los datos hallados con arreglo a una unidad de medida.

Como ha pasado con todos los ramos científicos que se han constituído muy rápidamente, en cada país y a veces hasta cada autor ha escogido un procedimiento para sus ensayos, expresando los resultados obtenidos con arreglo a su propio procedimiento ya que nada había sancionado científicamente antes de sus trabajos, dándose por este motivo con sobrada frecuencia la confusión en nombres, en medidas, etc., que al cabo de algún tiempo desaparecen por la aceptación general de una forma única de expresión. Así, por lo que se refiere a la medida de la radiactividad se usan actualmente diversas unidades que establecen aquella confusión.

Claro es que las medidas obtenidas por los distintos autores son comparables entre sí, pero para ello nos es necesario conocer el aparato y demás condiciones que intervinieron en ellas para que previas ciertas correcciones, reducir todos los resultados a una unidad determinada.

Mucho más práctico sería la adopción de una unidad internacional. Este fué el criterio del Congreso del Radium tenido lugar en Bruxelas en 1910 en el cual se nombró una comisión internacional (ponente Md. Curie) para crear un preparado patrón (etalón), con el que todos se pudieran comparar y partir de él para la determinación de la unidad de medida. (21, 99 mg. Ra Cl_2).

En cuanto a la emanación se designó con el nombre de *Un Curie*, la cantidad de emanación desprendida por un gramo de radio puro en estado de equilibrio. Como esta cantidad es

enorme se hicieron las divisiones de Milicurie $^1/_{1.000}$ Curie y Microcurie $^1/_{1.000.000}$ Curie.

Todavía como el microcurie es grande para la determinación de la emanación de las fuentes minerales, la mayoría de los autores siguen expresándose en voltios y unidades Mache.

La índole de esta obra no nos permite dar más que una idea de estos asuntos, por lo que remitimos al lector que quiera profundizar en ellos a los trabajos de Schmidt, Kohlrausch y Loewenthal que se han ocupado detenidamente de ello. Nosotros mismos presentamos al Congreso Internacional de Hidrologia celebrado en Madrid en Octubre de 1913 un estudio acerca de «Las unidades de medida de la Radiactividad» que puede verse en las Actas del referido Congreso.

Antes de terminar este capitulo y con objeto de evitar confusiones al médico que lea por primera vez obras extranjeras de Radiactividad, diremos lo que significan las unidades radiactivas más en uso.

Unidad Uranio (actividad)—Representa la actividad que produce un preparado patrón de óxido de uranio (1 grm. de uranio metálico). Usada principalmente por los franceses.

Unidad Voltio-hora—Representa la caida de la tensión de un electróscopo producida por un litro de agua durante una hora.

Unidad electrostática—Corresponde a la actividad suministrada por un litro de liquido y lo expresa la fuerza de la corriente producida por la cantidad de emanación contenida en un litro de agua o de gas. $=3{,}33. 10^{-10}$ amperios.

Unidad Mache—M. E. Es el múltiplo de la anterior. Usada por alemanes y austriacos.

Miligramo segundo Corresponde a la cantidad de emanación que se desarrolla en un segundo de un miligramo de radio metálico.

Según Loewenthal un milgr. segundo es igual a 26 unidades Mache e igual a 300 voltios hora—(1 milgr. segundo=2,6 M. =E. 300 volt. hora).

La proporción para los voltios y unidades Mache es según el mismo autor, para el fontatoscopio de Engler—Sieveking 80 : I—.

Determinada la pureza de un preparado, un procedimiento práctico de medida es el peso; así se expenden los fuertes preparados de radio para uso terapéutico previa la confrontación por los grandes laboratorios de radiactividad: Laboratorio Curie en París, Reichsanstalt de Berlín, K. K. Radiuminstitut de Viena, de Londres, etc. Volveremos a ocuparnos de esto al tratar de los aparatos de radio.

VI. Radiactividad de las fuentes medicinales

El descubrimiento de la radiactividad de las fuentes, tuvo su fundamento en los trabajos de Elster y Geitel sobre la conductibilidad eléctrica del aire atmosférico. Estos autores observaron que los cuerpos electrizados se descargaban expontáneamente al aire libre y con mucho más rapidez en el de cuevas y bodegas, de donde dedujeron la probable existencia en la atmósfera de un cuerpo radiactivo que debía acumularse en determinados parajes. Otros físicos investigaron la misma conductibilidad del aire en distintas regiones, encontrando aquélla aumentada—Thomson—en el de las aguas de Cambrig, lo que hacía sospechar propiedades radiactivas en las referidas aguas que poco después fué plenamente demostrado por Adams. Al mismo tiempo Sella y Pocchetino comprobaban la existencia de propiedades radiactivas en las aguas de ciertas fuentes.

Desde entonces—1902 al 1903—se han hecho numerosas investigaciones en las aguas de las más distintas fuentes y con especialidad en las minero-medicinales, constituyendo hoy un interesante capítulo de la Hidrología los resultados conseguidos en los diversos países por experimentadores como Hallen y Blythswood en Inglaterra; Himstedt, Dorn, Mache, Meyer, Schmidt, Engler y Sieveking, Schweier, Fresenius, etc. en Alemania y Austria; Curie, Laborde, Moureu y Lepape en Francia; Boltwood, Bumstead y Whieler en América; Muñoz del Castillo en España, etc., etc.

Los resultados obtenidos por los citados investigadores, condujeron al conocimiento del hecho de que casi todas las aguas de las fuentes, en el momento de su emergencia eran más o menos radiactivas, por lo que se precisaba acudir para su estudio, desde el punto de vista terapéutico, a las aguas que tuvieran una determinada radiactividad, a las que se llamarían

radiactivas, distinguiéndolas de las otras que por ser inferior su capacidad desde este punto de vista no se las considera como tales; es decir, estableciendo una separación análoga a la que se hace entre las aguas simplemente potables y las medicinales, aun cuando las primeras tengan los mismos representantes minerales que las segundas.

El grado de radiactividad de las aguas oscila entre límites bastante extensos que hace necesario establecer para su estudio una división, por lo que siguiendo a Sommer las dividiremos nosotros, en radiactivas, fuertes, medianas y débiles.

Radiactivas fuertes. . .	Tienen más de 100 unidades Mache por litro; 8.000 voltios aproximadamente.
Radiactivas medianas	De 50 a 100 unidades Mache por litro; de 4 a 8.000 voltios aproximadamente.
Radiactivas débiles . .	De 20 a 150 unidades Mache por litro; de 1.600 a 4.000 voltios aproximadamente.

Las fuentes fuertemente radiactivas, emergen en los más variados puntos de la corteza terrestre; como es natural, sin embargo, las más altamente radiactivas ocupan las regiones donde se hallan los principales yacimientos de uranio, así nos encontramos con la fuente de Bárbarastollen en Joachimsthal, que alcánza la enorme cifra de 5.600 unidades Mache, aproximadamente 448.000 voltios; la de Wernerlaufquelle en Joachimsthal, de 600 unidades Mache; la de Wettinquelle, de 2.000 unidades Mache. Muchas de estas fuentes son de aguas simplemente potables, útiles desde luego desde el punto de vista radiactivo, pero no las más interesantes consideradas médicamente.

Muchas otras, como las de Gastein—de 149 unidades Mache que tiene el manantial Grabeubäckerquelle a 39,6 el de Chirugenquelle—, Baden-Baden—26 unidades Mache—, Teplitz-Schonau, Kreuznach, en Alemania y Austria; Plombieres, Bourbon-Lancy, etc., en Francia, clasificadas ya dentro de las aguas medicinales, nos permiten un estudio más completo desde el punto de vista terapéutico.

En España tenemos las de Valdemorillo—Madrid—con una actividad de unos 50.000 voltios hora litro, las de Lerez con 10.000, las de Alange 2.231, Alameda de Guadarrama 2.000, Villar del Pozo 957, Hervideros de Fuensanta 178 voltios y otras

muchas que indican una gran riqueza radiactiva en nuestra Patria.

Nos parece de justicia al llegar a este lugar el rendir un tributo de admiración al sabio Director del Laboratorio de Radiactividad de Madrid, D. Jose Muñoz del Castillo, quien ha realizado una inmensa labor estudiando desde el punto de vista radiactivo la mayor parte de las aguas minerales españolas y propagando en conferencias y diversas publicaciones los resultados obtenidos con tan brillantes trabajos. El Laboratorio de Radiactividad de Madrid merece figurar entre los mejores laboratorios de la misma índole por la competencia de su personal y seria labor científica que desarrolla.

Respecto del origen de la radiactividad de los manantiales, punto muy discutido y cuya exposición detallada nos llevaría a las mismas hipótesis emitidas para explicar el origen de las aguas medicinales, podemos decir que varía según la procedencia de éstas. Cuando las aguas son de las que proceden del interior de la tierra, formadas por la oxidación del hidrógeno libre que en ella se encuentra o, según Gautier, por la oxidación del hidrógeno del agua de cristalización de las rocas fundidas, se radiactiva con la emanación de esas mismas rocas, —dióritas, diabosas, gneis, granitos eruptivos, etc.—, al derretirse, ya que les acompaña las condiciones abonadas para saturarse radiactivamente puesto que gozan de alta presión y alta temperatura. También se cargan de emanación—Petraschek— a su paso por los yacimientos minerales que contienen radio, pechblenda, carnotita, chalcolita, torianita, etc., si bien no parecen influir tanto como lo anterior. Sin embargo debemos anotar el hecho de que las aguas más fuertemente radiactivas son las que corresponden a los yacimientos de uranio de los montes Metálicos y sus estribaciones.

Cuando las aguas son superficiales se cargan de emanación al filtrarse por la tierra y ponerse en contacto con las sales de radio o por absorción del contenido activo del aire acumulado en los poros de la corteza terrestre.

La constancia de la actividad es también diferente según sean las aguas de las llamadas profundas o superficiales; las primeras ofrecen muy pocas variaciones con relación a las estaciones del año, presión, humedad atmosférica y otras con-

diciones metereológicas; en las segundas por el contrario influyen poderosamente todas estas condiciones. Por lo que respecta a la influencia de las estaciones del año en estas fuentes cita Loewenthal el caso de un manantial de Harburger que ofrece diez veces más emanación en el invierno que en el verano. También la cantidad de sedimentos y la rapidez del brote del agua originan la salida de mayor a menor cantidad de emanación. La humedad y la helada parecen retenerla en lo profundo de la corteza terrestre y por el contrario, las bajas presiones atmosféricas, facilitan su desprendimiento.

En las aguas llamadas profundas o que proceden del interior de la tierra, solamente se observan estos fenómenos, aun cuando nunca tan marcados, cuando se mezclan con las aguas superficiales.

La actividad del agua decrece considerablemente como sabemos desde el punto de su emergencia hasta el de su empleo y tanto más, cuanto más larga sea la conducción. Conocida es la observación de Mache respecto a las aguas de la fuente de Elisabethstollen, en Gastein, las cuales sufren una reducción del contenido de emanación que alcanza al 90 % de su valor en el punto de emergencia después de ser conducidas por una tubería de siete kilómetros y medio. La fuente de Joachimsthal que tiene en su origen 5.600 unidades Mache llega a los depósitos después de haber recorrido cuatro kilómetros de tubería con una actividad de unas 600 unidades Mache. Estas pérdidas son todavía mayores en las aguas depositadas y en las que sufren calentamientos para baños y demás operaciones balneológicas.

Hay aguas que no están activadas solamente por la emanación, sino que llevan en sí pequeñísimas cantidades de radio y torio constituyendo las llamadas aguas radíferas, lo que da lugar por las ya explicadas leyes de la destrucción de la emanación a que tengan una radiactividad constante.

En el estudio demasiado complejo de las aguas minerales hay que considerar también el sedimento de las referidas aguas. Las llamadas aguas madres, el lodo o fango de muchas fuentes nos ofrecen una actividad constante denunciadora de la presencia de sales de radio, torio y actínio. Elster y Geitel hallaron radio y torio en el sedimento de Nauheim, fuente Kurbrunnen

y cuyas aguas ofrecen una actividad sólo de 25,4 unidades Mache; también encontraron una fuerte radio y torioactividad en el lodo de Baden-Baden. En Kreuznach desmostró Aschoff la presencia de sales de radio y torio; en Lerez, Muñoz del Castillo encontró sales de radio, etc.

No existe una relación de proporcionalidad entre la riqueza radiactiva del sedimento y la de las aguas de las fuentes minerales, así nos encontraremos con aguas apenas radiactivas que tendrán un sedimento rico en actividad y por el contrario, otras que lo son mucho y sus sedimentos son casi inactivos.

Tampoco la eficacia curativa de las aguas parece estar en relación con la riqueza de radiactividad. En aquella deben intervenir otros factores que adquieren o aumentan por la acción radiactiva, sus condiciones de agentes que actúan beneficiosamente sobre la salud humana.

Tal vez las aguas llamadas oligometálicas o acratotermas de reconocida eficacia terapéutica deban a su condición radiactiva su virtud medicinal. Desde luego, no deja de llamar la atención, la coincidencia entre aquellas virtudes y su condición de radiactivas, como expondremos más adelante en la parte terapéutica.

También el aire que circunda los manantiales radiactivos y el de los mismos establecimientos balnearios cuando éstos se hallan enclavados junto a las fuentes, se encuentra cargado de emanación, en cantidad tanto más grande, cuanto más cerca se halle al punto de emergencia de las aguas.

La radiactividad del aire depende en primer término de la que se desprende de las aguas y en segundo lugar, de la producida por la capa radiactiva que cubre la superficie del suelo. Este segundo origen de la actividad del aire parece confirmado por el hecho de que la capa atmosférica en contacto con el suelo es la más radiactiva de todas las capas de la atmósfera.

Los gases que se desprenden de los manantiales ofrecen también su condición radiactiva y en mayor grado que el agua de que proceden, hecho explicable si se tiene en cuenta el desprendimiento de emanación por el constante burbujeo de las aguas y dado el coeficiente de absorción, representado para igual volumen de agua y aire a la temperatura normal por 0,23.

Las fuentes que emiten gases más altamente activos son las termales, lo cual es debido a que la acción de las altas temperaturas impide, como ya hemos manifestado en otro lugar, la conservación de la emanación disuelta en el agua. Asi lo han confirmado los trabajos de Vicentini y Alpago, Curie Laborde, Mache Meyer, etc., en Italia, Francia y Austria respectivamente.

Como se ve por lo que antecede, las aguas minerales aun consideradas exclusivamente desde el punto de vista radiactivo, se nos presentan como el más complejo remedio que la Naturaleza ha puesto en manos de los hombres para alivio de sus males. Más adelante, cuando tratemos de la parte clínica, podremos apreciar los beneficiosos efectos de su actuación en la salud humana, que estimados desde los tiempos más remotos por el instinto de las gentes van recibiendo la sanción que les presta los grandes descubrimientos de la Ciencia moderna.

PARTE BIOLÓGICA

VII Acción de la radiactividad sobre los seres vivos

La influencia que ejerce la radiactividad sobre la vida y evolución de los seres vivos se manifiesta generalmente perturbando la marcha natural de los fenómenos, ya acelerando, retardando o impidiendo su producción.

En el estado actual de nuestros conocimientos sobre la materia, no es posible exponer de una manera concreta la acción que ejerce la radiactividad sobre los elementos vivos. Por su semejanza con el calor, la luz, la electricidad y demás fuerzas físicas podemos decir que cuando es empleada en dósis fuertes ejerce como aquellas una acción cáustica o destructiva sobre los tejidos animales o vegetales, impidiendo su desarrollo si están en vías de formación; a concentraciones ligeras se manifiesta su acción, al contrario, activando el crecimiento y produciendo excitaciones que se traducen por aumentos del cambio de materia. Entre estos extremos hay una gradación insensible que no cabe dentro de un cuadro general.

Numerosísimas son hoy en día las experiencias realizadas con las substancias radiactivas sobre los organismos vivos y muchos son también los hechos biológicos de antiguo conocidos que se han aclarado gracias al conocimiento de la radiactividad; pero todavía nada podemos decir respecto a la influencia que puedan ejercer sobre la vida las mínimas cantidades radiactivas que nos ofrecen el aire, las aguas y la tierra de todo lugar, fuera de los parages donde se halla concentrada y que como la electricidad, el magnetismo, las influencias siderales y otras influencias, algunas todavía desconocidas, contri-

buirán probablemente al equilibrio de la vida y su privación absoluta sería quizás causa de una honda perturbación biológica.

Además, por ese complicado proceso de la radiactividad —rayos penetrantes, gas activo, calor, etc.—y de los fenómenos que produce, oscilantes entre límites tan extremos como son la normalidad absoluta a la muerte total, resulta dificilísimo su estudio biológico por lo que tenemos que limitarnos a un repaso de acciones sobre órganos, tejidos y células; a resultados de experiencias sobre vegetales y animales inferiores, adultos y en vía de crecimiento, en las que la mayor parte no ha sido bien diferenciada la influencia de los rayos y de la emanación; a la recopilación de hechos observados en las fuentes minerales de gran riqueza radiactiva y a los datos que nos ha suministrado el empleo médico de las substancias radiantes.

Gran parte de las experiencias realizadas en diversos países y aceptadas por todos los autores han sido hechas utilizando como manantial radiante cloruros de bario radífero de débil radiactividad; otras, por el contrario, con dosis enormes de bromuro puro que han producido rápidamente la muerte de los animales de experiencia sin permitir dilucidar, como se trataba, la acción del radio sobre ciertos tejidos y órganos; otras, en fin, utilizando la total radiación o bien la parcial mediante filtros apropiados, por lo que ni la relación de cantidad, ni de tiempo, ni de efectos biológicos, se puede aceptar sin previas correcciones.

Así, por ejemplo, se puede formar un concepto erróneo de la acción del radio sobre ciertos órganos si nos atenemos exclusivamente al resultado de la experiencia desconociendo alguno de los detalles de más importancia. Conocida es la experiencia de Danysz, quien introdujo en la cavidad peritoneal de algunas cobayas, ampollas con una sal de radio, manteniéndolas allí por espacio de cuatro meses sin que produjeran lesión alguna. Este resultado se aclara al saber que la sal empleada era un sulfato de bario radífero de pequeñísima actividad.

La mayor parte de los libros que tratan de estos asuntos y al citar las experiencias de los distintos autores, se olvidan de dar estos detalles que completan el valor de la experiencia, por lo que es necesario acudir y nosotros lo hemos hecho cuanto nos ha sido posible, a los trabajos originales para poder pun-

tualizar la importancia de los resultados y formar un criterio lo más exacto respecto al asunto que motivaron aquéllas.

Desde luego, al estudiar la acción biológica de las substancias radiactivas conviene, para la más fácil exposición, distinguir la producida por los rayos de la producida por la emanación, aun cuando esto no siempre sea fácil; claro es que esta división resulta imperfecta, pues habría que añadir la producida por el calor que desarrollan esas substancias y demás influencias que se derivan de todas aquellas propiedades del radio que hemos descrito en la parte física, pero, como indiscutiblemente las únicas acciones regularmente diferenciadas son las de los rayos y de la emanación, siguiendo a la mayoría de los autores estudiaremos por separado los efectos biológicos que producen aquellas acciones.

Efectos de la Radiación

Acción sobre las células animales y vegetales

La radiación ejerce una positiva influencia sobre todas las células del organismo tanto animales como vegetales, pero de manera tan distinta, que hay células que se muestran poco menos que indiferentes para aquella influencia y otras, por el contrario, más sensibles, son profundamente afectadas. También hay diferencias de sensibilidad ante las tres clases de rayos que forman la total emisión del radio constituyendo la llamada por los autores *sensibilidad específica.*

La primera observación de que el radio ejercía una influencia sobre las células y tejidos animales es la de Walkooff y Giesel—1900—quienes notaron en la piel humana sometida a la acción del radio enrojecimiento primero y más tarde ulceración. En 1901 Becquerel hizo casualmente la misma observación en su propia persona después de haber llevado en sus bolsillos durante algún tiempo dos tubos de cristal que conte-

nían sal de radio. Desde entonces numerosos experimentadores se dedicaron a realizar ensayos con el radio en su relación biológica y a ellos y a los médicos que emplean aquella substancia con objeto terapéutico, se debe la copiosa literatura que en el espacio de dieciseis años se ha publicado acerca de tan importante asunto.

Desde el primer momento se notó la diferencia que presentaban los tejidos al ataque del radio, lo que parecía depender de condiciones especiales de aquéllos y de la forma del ataque radiante. Investigáronse y aún se investigan cuales son esas especiales condiciones que hacen a unos tejidos extraordinariamente sensibles a la radiación y se creyó pudiera depender de su riqueza en riego sanguíneo. Danysz echó por tierra esta hipótesis exponiendo la observación de que órganos como el intestino, las serosas y la piel, bien provistos de sistema vascular, ofrecen mayor resistencia al radio que las células de los centros nerviosos. En sus experiencias se mostró extraordinariamente resistente el peritoneo.

La idea de que la sensibilidad al radio dependia de la riqueza vascular como única causa, quedaba desechada con las experiencias de Danysz a las que había que añadir el hecho de la diferencia de resistencia que ofrece un mismo tejido según las regiones y no en armonía con su pobreza o riqueza vascular, como hizo notar Werner refiriéndose a la piel. Werner afirma que una región de la piel es tanto más resistente al radio cuanto más fuerte es el vello que la cubre, más escasez de glándulas presente, más bastos los filamentos de unión y más rica la capa de grasa subcutánea. El grosor de la capa córnea y la abundancia de los capilares sanguíneos tienen poca influencia, alguna más la riqueza en vasos linfáticos.

Apesar de ésto, es innegable que la riqueza en capilares sanguíneos juega un importante papel en los tejidos tratados por el radio, como veremos al ocuparnos del empleo terapéutico de ese elemento.

Se pensó más tarde que la sensibilidad dependía no de la totalidad de la célula, sino de ciertas partes vitales de la misma que al dejarse atacar por los rayos rádicos llevaba consigo la destrucción o muerte de aquélla. Esta idea dió lugar a las más vivas controversias y a un gran número de investigaciones en-

tre las que se destacan las de Schwartz, quien sometió a la acción de veinte miligramos de bromuro de radio durante ciento cuarenta y cuatro horas a huevos de gallina en incubación y fuera de este estado observando, al mismo tiempo que la producción de embriones monstruosos y el ennegrecimiento de la cáscara, un fuerte olor debido al desprendimiento de trimetilamina. De sus experiencias dedujo que las partes del huevo más atacadas eran las más ricas en lecitina y que por consiguiente a la transformación de esta substancia se debían todos los fenómenos observados.

Al robustecimiento de tal hipótesis, es decir, de que un tejido es tanto más sensible al radio cuanto más lecitina contenga, está lo expuesto por Hoppe-Seyler respecto de la difusión de aquella substancia, así como de la colesterina, en la naturaleza. Ambas substancias se hallan especialmente en las células tejidos y órganos en vía de evolución, como la yema de huevo, espermatozoos, semillas de plantas, esporos, hongos, brotes primaverales de los árboles, glóbulos blancos, tumores de rápido crecimiento, etc., indicando la existencia de una relación de importancia entre la lecitina y el desarrollo celular. También la práctica nos dice que la llamada acción electiva del radio se ejerce principalmente sobre aquellos tejidos que como la raiz del pelo, la capa papilar de la piel, el sistema nervioso central, los tumores, etc., son muy ricos en lecitina, apoyando con ello la hipótesis de Schwartz.

Faltaba saber si la lecitina aislada de todas las demás substancias del huevo sufría las mismas transformaciones que en conjunto, lo cual consiguió Schwartz sometiendo una pequeña cantidad de lecitina en estas condiciones a la influencia de la radiación. Los resultados fueron idénticos. No cabía ya duda alguna de que la lecitina era el elemento celular más fuertemente influído por el radio, puesto que aislada de todos los demás elementos se producía la trimetilamina y en su producción no podían intervenir factores extraños ni siquiera las bacterias de la putrefacción que habían sido convenientemente descartadas de la experiencia.

La publicación de estos resultados y enunciación de la hipótesis de la lecitina, dió lugar a nuevas investigaciones con objeto de aceptar o desechar la referida hipótesis. Werner ra-

dió *in vitro* durante dos o tres días una pequeña cantidad de ovolecitina Merck consiguiendo la modificación del producto—obscurecimiento, manchas rojizas y fuerte y penetrante olor—que emulsionado con agua tibia en la proporción de un gramo de ovolecitina por cinco centímetros cúbicos de agua e inyectado en el tejido celular subcutáneo, se reabsorbió rápidamente sin producir trastorno alguno; pero si la inyección tenía lugar en la piel, se reproducía el cuadro típico de los efectos de un intenso tratamiento por el radio. Hoffmann y Scholz inyectaron igualmente en la piel de ratones lecitina radiada, notando la caída de los pelos en la parte inoculada seguida algunas veces de ulceración de la piel. Si la inyección tenía lugar en los testículos, se producía la atrofia progresiva del órgano acompañada de necrosis de las partes epiteliales en el sitio de la inyección y periféricamente de obstrucción de los canalículos seminales por las masas necrosadas.

Todas estas experiencias tendían a demostrar que los rayos actuaban en el organismo por la lecitina, pero faltaba saber por qué medio la lecitina modificada obraba sobre los tejidos.

Los autores están de acuerdo en admitir que la lecitina se descompone por influencia de la radiación en varios elementos, que actúan según Werner conjuntamente—colina, trimetilamina, ácido fosfoglicérico y ácido esteárico—. Esta descomposición hizo pensar si verificándose por otros medios distintos que por la acción del radio, medios químicos por ejemplo, se obtendrían los mismos efectos. A este fin empleó Werner varios procedimientos: acción de la pepsina ácida y acción del ozono sobre la lecitina disuelta en alcohol o aceite de oliva, con resultados completamente positivos «Chemische Imitation der Strahlemvirkung». Con el último procedimiento, la actividad de la lecitina modificada no se conserva mucho tiempo, disminuyendo a medida que el líquido va dejando de colorear en azul la tintura de guayaco, lo que hizo pensar en la probabilidad de que fuera el exceso de oxígeno del líquido el elemento principal que intervenía en la descomposición de la lecitina, lo mismo cuando se hallaba *in vitro*, que, cuando tenía lugar en la intimidad de los tejidos, por la acción del radio. En apoyo de esta idea, Schwarz adujo el hecho de que la yema del huevo colocada en una atmósfera de hidrógeno no tomaba

por la acción de los rayos el gusto especial que adquiere en el aire y Schlachta el de que la lecitina no se activaba por influencia de las radiacciones en ausencia del oxígeno. Este último autor ha obtenido inyectando en el dermis lecitina ozonizada efectos análogos a los conseguidos por Werner con el mismo producto modificado por la acción de los rayos.

Exner y Zdarek opinan que no es debida la actividad de la lecitina a todos los productos de su descomposición sino exclusivamente a la colina, puesto que inyectada esta substancia en la piel de algunos ratones a la dosis de dos centímetros cúbicos de una disolución del uno al cinco por ciento, se producen a los tres días fenómenos análogos a los obtenidos con la lecitina desdoblada por el radio o por procedimientos químicos y además que la colina produce en los órganos linfáticos por inyección intra-peritoneal los mismos fenómenos observados por Heinecke por la acción de los rayos Röntgen. La actividad de la solución de colina va disminuyendo poco a poco por lo que Schlachta crée que sus efectos deben atribuirse a la fuerte función básica que posée, la cual va siendo cada vez más débil a medida que fija el ácido carbónico.

Parecía desprenderse de los estudios anteriores que los rayos rádicos actuando primeramente sobre la lecitina producían su desdoblamiento; uno de los productos de este desdoblamiento, la colina, cuerpo fuertemente básico, obraría sobre la célula viva donde ella está contenida y sobre las células póximas para producir los trastornos observados por la radiación.

Nuevas experiencias, no todas favorables a la hipótesis de la lecitina, vinieron a complicar el asunto. Wohlgemuth estudió la acción del radio sobre la clara del huevo, hidratos de carbono y grasa disolviendo la substancia en agua, y cubriéndola con toluol para prevenirse de la putrefacción. Radiaba el producto diariamente, el cual le tenía en estufa y a una temperatura determinada, por espacio de quince a treinta minutos y dando por terminada la experiencia a los cinco días. Analizada la masa dió resultados completamente negativos, puesto que ninguna de las substancias empleadas sufrieron perturbaciones en su composición. Wohlgemuth creyó encontrar con esto un fuerte argumento contra la hipótesis de la lecitina y así era en

realidad, ya que la grasa radiada no sufría ningún cambio y como cuerpo lipoide, la lecitina pertenece a los cuerpos grasos, debiendo ser éstos modificados como aquélla por la acción del radio.

Quedaba sin embargo el hecho indiscutible de que la radiación del huevo de gallina daba por resultado el que en éste se produjera la trimetilamina lo que explicaba Wohlgemuth por una activación de los fermentos autolíticos como ya otros autores habían tenido ocasión de demostrar por influencia del radio. Los trabajos de Neuberg radiando pulmones tuberculosos y haciendo notar que la parte radiada desprendía cuatro veces más nitrógeno que las partes no radiadas que servían de contraprueba, dieron al fenómeno de la activación autolítica de los fermentos una importancia que unida a los hechos demostrados por Wohlgemuth hicieron tambalearse la hipótesis de la lecitina.

Algunos otros experimentadores, entre los que resalta Mesernitzky, aportaron nuevos hechos en favor de la referida hipótesis. Este autor quiso determinar las diferencias en cantidad de la lecitina que pudieran existir antes y después de la radiacción. Para ello determinó la cantidad de lecitina de la yema de huevo y encontró un 8, 5 % de su peso total. Radió entonces con 30 mm. de bromuro de radio, sirviéndose de filtros de mica de 0, 02 hasta 0, 03 de grosor y determinó después la cantidad de lecitina. Los resultados acusaron una pérdida del peso total del huevo y una disminución de la cantidad de lecitina.

Para asegurarse de la influencia que pudieran ejercer los fermentos autolíticos, radió también huevos cocidos, en los que por consiguiente estaban destruídos los fermentos, obteniendo los mismos resultados y hallando una prueba más de que el radio ejercía una acción directa sobre la lecitina.

Werner apoyándose en las experiencias de Mesernitzky emitió una hipótesis mixta en la cual se acepta que la acción de los rayos no producen una exclusiva lesión que por sí sola determine la destrucción o la muerte de la célula, sino que por el contrario, son varias pequeñas lesiones, que al sumarse vencen rápidamente la resistencia celular. Así, dice, podría armonizarse la acción directa de los rayos sobre la lecitinay la actuación de los fermentos autolíticos, admitiendo que éstos, al des-

componerse aquélla, quedan libres y excitados en toda su actividad.

La acción del oxígeno parece que no tiene la importancia que Werner le atribuyó en sus notables experiencias, como tampoco la tiene la activación de los fermentos autolíticos. Schwartz investigó la acción de una disolución de torio X libre de ozono y de peróxido de hidrógeno sobre la yema de huevo y observó antes de las veinticuatro horas un tan considerable desdoblamiento de la lecitina y luteina que no podía atribuirse ni a la influencia del peróxido de hidrógeno ni del ozono ni de los fermentos autolíticos.

La disolución del torio X fué examinada por medio del papel de ioduro potásico y comprobada la ausencia del ozono y peróxido de hidrógeno, lo cual indicaba que las combinaciones de oxígeno no podían haber intervenido.

Todos estos nuevos trabajos parecían afianzar la hipótesis de la lecitina, cuando los hermanos Hertwig publicaron sus notables experiencias, nada favorables para la referida hipótesis, acerca de la acción del radio sobre las células germinativas, esperma y huevos de rana. Oscar y Günther Hertwig consideran las alteraciones celulares producidas por la acción del radio como una enfermedad de la célula, cuya lesión primitiva asienta en el núcleo.

Sus ensayos, de los que extractamos lo más interesante, se hicieron primeramente sobre huevos de rana al iniciarse el estado embrionario, a los que sometió a la acción del radio, retrasándose con este motivo el desarrollo del embrión, especialmente en lo que afectaba a su crecimiento y si la radiación era muy intensa, se llegaba a detener por completo. En virtud de estas detenciones del desarrollo del embrión, se originaban formas monstruosas.

Otra serie de ensayos consistió en radiar el sémen de la rana y fecundar con él huevos normales de la misma especie animal, obteniendo resultados análogos y produciéndose igualmente las formas monstruosas.

En una tercera serie de experiencias, radió solamente el huevo y le fecundó con sémen normal, consiguiendo los mismos resultados que en el ensayo anterior.

En estas experiencias creyeron encontrar los referidos autores un fuerte argumento contra la hipótesis de la lecitina, pues de ser cierto que el radio ejerce una acción electiva sobre la referida substancia, las lesiones resultantes de radiar el huevo debían ser considerablemente mayores que las de radiar solamente el espermatozoo, ya que la yema de aquél es extraordinariamente más rica en lecitina que la de éste. Como los resultados de las experiencias eran los mismos en uno y otro caso; es decir, cuando se radiaba la considerable cantidad de lecitina del huevo que cuando tenía lugar con la más pequeña cantidad del espermatozoo, concluye Hertwig afirmando que puesto que no hay relación de proporcionalidad entre la cantidad de lecitina y el grado de lesión producida por el radio no se puede atribuir a aquélla una sensibilidad especial enfrente de éste. Para los mismos autores la lesión que sufre el espermatozoo por la accion del radio es comparable con la producida por una bacteria infectante, pues si en él va ya la substancia enferma que por su incremento invade la totalidad del huevo es equivalente su acción a la que realiza la bacteria patógena que llega a infectar la totalidad del organismo. Sólo la cromatina del núcleo puede ser portadora de las referidas alteraciones y esto nos explicaría por qué se originan los mismos fenómenos en la evolución embrionaria, proceda la alteración provocada por el radio del óvulo o del espermatozoo.

A nosotros no nos parecen definitivos los argumentos que suministra Hertwig para desechar la hipótesis de la lecitina porque el hecho de que la radiación del espermatozoo produzca las mismas lesiones en el desarrollo embrionario que la radiación del huevo, siendo en éste mucho mayor la cantidad de lecitina que en aquél, no impide que, la lecitina modificada por el radio en el esperma, propague esa modificación o alteración a la del huevo (como una acción fermentativa) y a la inversa y tanto en un caso como en el otro tengamos en juego la misma cantidad de lecitina alterada que origina igualmente las mismas lesiones.

Ofrécese también el hecho y este está completamente comprobado—Londón, Heinecke, Hertwig, etc.—de que las células jóvenes presenten siempre mayor sensibilidad al radio que las adultas por lo que ligeras dosis de rayos detienen su evolución

y las más fuertes las destruyen completamente mientras que esas mismas dosis no tienen capacidad detentiva o destructiva respectivamente sobre las células adultas. Esta acción electiva que ejerce el radio sobre las células jóvenes favorece grandemente los procedimientos radiumterápicos permitiéndonos atacar fuertemente los tumores dejando indennes a los tejidos sanos.

Las condiciones de sensibilidad celular dependientes del ataque radiante son más fáciles de precisar y están en relación directa con lo siguiente: intensidad del preparado de radio, duración de su actuación y aplicación más inmediata, comprendiendo con esto último la distancia del objeto a la fuente radiante y el menor número de filtros interpuestos. Estas condiciones son las que manejamos a diario los radiumterapeutas y habida cuenta de ellas es necesario tener presente la sensibilidad especial de cada sujeto para la perfecta dosificación de los rayos, detalle este el más importante, como trataremos de demostrar en lugar apropiado, para alcanzar con el radio los máximos efectos terapéuticos.

Acción sobre los tejidos y los órganos

Los tejidos orgánicos como constituídos por un conglomerado celular en determinada disposición se comportan ante los rayos del radio de una manera análoga a la de sus componentes las células. De una manera general se puede decir que la acción del radio sobre los tejidos normales de los seres vivos se manifiesta bien excitándoles, desde la simple hiperemia hasta la inflamación, bien destruyéndoles; entre estos extremos hay una escala de los más variados efectos.

Numerosísimas son hoy día las experiencias realizadas para determinar el grado de resistencia o de sensibilidad que presentan los tejidos y también son muchos los datos aportados en este sentido con los ensayos realizados sobre la totalidad del organismo, que han dado lugar a localizaciones en deter-

minados tejidos u óganos. Por eso en este apartado describiremos lo mismo las experiencias que se han hecho de una manera singular sobre determinados tejidos u órganos que las realizadas en la entidad orgánica a que pertenecen éstos.

Entre los tejidos más sensibles al radio se encuentra el del sistema nervioso. En 1903 presentó Danysz en la Academia de Ciencias de París las primeras observaciones acerca de la acción del radio sobre el sistema nervioso. Sus experiencias se realizaron sobre ratones, cobayas y conejos, a los que introducía un tubo conteniendo un centgr. de radio debajo de la piel del dorso y bien aplicado al raquis. Todos los animales murieron más o menos rápidamente, presentando fenómenos unas veces de paraxia, otras de ataxia de los miembros inferiores. Especialmente los ratones se mostraron sensibles, muriendo más rápidamente que los restantes animales y siempre, dentro de la misma especie, ofrecieron menos resistencia los animales jóvenes que los adultos, lo cual pudiera explicarse teniendo en cuenta que los huesos de los jóvenes se encuentran en estado cartilaginoso y por lo tanto, mucho más permeables a la radiación.

El examen histológico de los órganos atacados mostraron principalmente lesiones vasculares; los capilares estaban destruídos habiendo originado hemorragias más o menos difusas en medio de las cuales se encontraban los elementos nerviosos sin alteración apreciable. La muerte de los animales parecía ser debida a fenómenos de inhibición, bien por ahogamiento de las células nerviosas dentro de la hemorragia, bien por una acción especial inhibitoria producida por la radiación.

Estas experiencias fueron repetidas en 1904 por Scholz y especialmente por Obersteiner a quien se debe el estudio más completo. El primero de estos autores hizo aplicaciones de radio—25 mm.—a unos tres centímetros del vértice de la cabeza y por espacio de treinta a cincuenta horas en una serie de ratones y observó fatiga, desnutrición rápida y por último la muerte, a los tres o cuatro días, de los animales sujetos a la experiencia. La autopsia mostró la inyección de los vasos meníngeos y hemorragias más o menos intensas. Repetida la experiencia con una serie de conejos jóvenes obtuvo resultados semejantes, pues los animales murieron a los tres o cuatro días

con fenómenos de fatiga, desnutrición, paresias, parálisis, etcétera, si bien algunos resistieron la experiencia y sobrevivieron a ella.

Obersteiner experimentó igualmente sobre los ratones a los que colocaba dentro de una caja donde apenas se podían mover y que ofrecía en el punto correspondiente a la cabeza del animal un agujero en el cual aplicaba durante veinticuatro a noventa y seis horas cincuenta miligramos de bromuro de radio.

El sabio neurólogo observó en los animales sujetos a la experiencia debilidad muscular difusa, monoplegías, paraplegías, parálisis de esfinter y otros fenómenos paralíticos, así como también síntomas de excitación traducidos por convulsiones del tipo tónico. La autopsia mostró la hiperemia de las meninges encefálicas y medulares y hemorragias puntiformes de estos órganos, pero sin alteraciones propiamente dichas de las células y fibras nerviosas. En la médula observó ligera cromatolisis, algunos cuerpos granulosos en la substancia blanca y la degeneración grasosa del endotelio de los capilares, lesiones todas que carecen de importancia para producir la muerte del animal tan rápidamente.

Estas experiencias adolecen del defecto de las enormes dósis empleadas, pues como dice Touchar cincuenta miligramos de radio para un animal de veinte a treinta gramos equivale al empleo de aproximadamente cien gramos para un hombre de sesenta kilos y si a esto se añade las noventa y seis horas de aplicación, se comprende que sobrevenga la muerte del animal por acción inhibitoria de sus funciones vitales sin que realmente haya tiempo para producir lesión determinada del tejido nervioso.

Admitiendo que la muerte en estos casos se deba a una detención funcional de todo el sistema nervioso hay que añadir que esta detención se agrava por la inmovilidad a que está sujeto el animal durante la experiencia. Así nosotros hemos producido la muerte en treinta horas a conejos que habíamos inmovilizado en una canal de Claudio Bernard colocándoles en la cabeza treinta miligramos de bromuro de radio y aquélla no tuvo lugar cuando fijamos la misma cantidad de radio por me-

dio de un vendaje elástico sobre la cabeza de otros conejos a los que dejamos en libertad de moverse dentro de la jaula. La autopsia de los primeros mostró lesiones congestivas y hemorrágicas en meninges pero nada en substancia nerviosa de cerebro y médula.

En las experiencias de Obersteiner no siempre se obtuvieron los mismos resultados, pues algunos de los ratones colocados en la caja de referencia, resistieron perfectamente el ensayo, sobreviviendo a él. Esto fué tan sorprendente para el experimentador, que dudó respecto de la actividad de su aparato de radio, por lo que le hubo de remitir al laboratorio de Giesel con objeto de que determinara la nueva actividad. El aparato conservaba la misma radiación que al principio, por lo que quedaron sin explicación las diferencias biológicas halladas en las citadas experiencias con los ratones. Por otra parte, algunos de estos animales que habían sido colocados en la caja y a los que todavía no se habían hecho aplicación de radio, murieron rápidamente y con lesiones parecidas a los radiados, viniendo a complicar el asunto y haciéndole aducir a Obersteiner para explicar este nuevo hecho, fenómenos de actividad inducida. Desde luego debe parecernos insuficiente la acción de la actividad inducida que pueda haber adquirido la caja para producir la muerte de los referidos animales, explicándonos ésta por la inmovilidad que le impide eliminar fácilmente.

Horcley y Finzi colocaron bajo la dura madre de un mono un tubo de platino conteniendo radio, sin que observaran síntoma clínico alguno. En la autopsia encontraron una infiltración sanguínea de las meninges y proliferación del endotelio de los vasos, que originaba en algunos de ellos endoarteritis obliterantes; sobre corteza cerebral, fenómenos trombóticos y hemorragias perivasculares, hipercromatosis de las células de los ganglios y degeneración aislada del manojo piramidal. Rehns acudió también a la trepanación para influir directamente con el radio el sistema nervioso central de una liebre, obteniendo resultados análogos a los conseguidos por Danysz.

Como la mayor parte de las experiencias anteriores habían sido hechas con grandes cantidades de radio y mucho tiempo de aplicación, no habiendo permitido hacer el estudio de las lesiones nerviosas que puedan irse produciendo por la acción

lenta de los rayos, Scholtz realizó otras series de ensayos sirviéndose de fuentes radiantes menos potentes y de aplicaciones espaciadas, habiendo logrado demostrar lesiones directas del sistema nervioso central (destrucciones y degeneraciones).

También sobre las funciones del sistema nervioso ha sido estudiada la acción del radio especialmente por Tarkhano y Joukouski sirviéndose de los músculos y nervios de la rana con resultados que demuestran, al parecer, ser completamente negativa la influencia del radio sobre la acción refleja de la médula espinal. El segundo de estos autores estudió principalmente los cambios de la excitabilidad eléctrica sobre la corteza cerebral por la acción del radio, trepanando para ello el cráneo al nivel del girus sigmoideo y determinando la excitabilidad normal; inmediatamente obturaba el punto trepanado por medio de una delgada capa de mica, encima de la cual ponía de diez a quince milígramos de radio y determinaba de nuevo la excitabilidad, deduciendo de sus ensayos que el radio ejerce una infuencia—hiperexcitabilidad—sobre los centros psico-motores corticales.

Sobre los nervios periféricos ha sido estudiada la acción del radio por Bech, quien ensayó su acción sobre el tronco del ciático de perros y conejos y también sobre el hombre para determinar las perturbaciones funcionales de las terminaciones nerviosas. De sus resultados se deduce una acción algo incierta de anestesia y de analgesia sobre los territorios de los referidos nervios y de ligera hipoestesia en las terminaciones nerviosas. Scholtz ha estudiado la acción del radio sobre los nervios de la región isquiatica sin notar alteración funcional. También Londón Boden y Heinecke obtubieron los mismos resultados en sus ensayos sobre diferentes nervios en conejos.

Sobre los órganos de los sentidos se han hecho numerosos ensayos, principalmente con la idea de hallar un medio de restituir las funciones abolidas de tan importantes órganos. Por lo que se refiere a la vista los trabajos de Darier y Giessel haciendo resaltar los efectos de luz que por la fluorescencia de los medios del ojo se siente cuando se acerca un tubo de radio al párpado o a la sien, hizo concebir esperanzas de que se lograra hallar un procedimiento de devolver la visión perdida y multitud de experimentadores se lanzaron por ese camino persi-

guiendo tan trascendental fin. Bien pronto salieron a su paso los trabajos de Habzknecht y Schwart, quienes apreciaron la imposibilidad de reunir en la retina los rayos del radio, ya que no sufren refracción ni reflexión alguna y que la sensibilidad de la retina a la luz no aumenta por las influencias de las radiaciones. Ya veremos en la parte terapéutica lo que se ha conseguido persiguiendo este objetivo.

Las intensas radiaciones de los ojos han producido caída de las pestañas, conjuntivitis, queratitis, iritis, degeneraciones y destrucciones de las capas de la retina. (Retinitis y neuritis óptica) Birch-Hirschfeld, London, etc.

Sobre el laberinto del oído Ewas nos ha proporcionado el resultado de sus experiencias en las palomas, a las que introducía durante varios días y por tiempo de algunas horas una bolita de cristal conteniendo tres miligramos de bromuro de radio llegando a producir la destrucción del laberinto.

Otro de los tejidos fuertemente influído por el radio es el glandular, si bien como todos ofrece una graduación de resistencia muy apreciable. Blauel que ha hecho numerosas experiencias con este objeto, sobre riñones de conejo, pudo observar en aquéllos lesiones manifiestas, especialmente en los conductos excretores, llegando si la actuación rádica era muy intensa a la destrucción total. En el testículo se han observado procesos degenerativos que conducen a la atrofia del órgano y a la azoespermia—Seldin, Schomber, London, Frieden, etc.—Thaler comprobó sobre el testículo radiado alteraciones del epitelio espermático y consecutivamente degeneración de los espermatozoos y necrosis de los canalículos. Sobre el espermatozoo los estudios de London y Golberg con el sémen de conejo de India nos aclara la acción que ejerce el radio sobre los espermatozoos. Los referidos autores colocaron el sémen de dichos animales en suero fisiológico donde el espermatozoo conserva bastante tiempo su movilidad y radiaron con setenta y cinco miligramos de bromuro de radio, metidos en un tubo que flotaba sobre el suero, observando, próximamente a las dos horas, una disminución notable de la velocidad del espermatozoo que alcanza la quietud absoluta a las cuatro horas de radiación.

Todas las glándulas se afectan más o menos por la acción

del radio, produciéndose ya simples hiperemias, ya inflamaciones intensas, ya destrucción de los conductos excretores y de las células glandulares.

Una especial sensibilidad a la radiacción nos la ofrecen los tejidos linfáticos como Heinecke tuvo ocasión de demostrar, primero, con los rayos Röntgen y después con el radio. Sus experiencias sobre ratones y conejos, a los que radió folículos del intestino, glándulas del mesenterio, bazo, etc., han aportado datos muy interesantes y que tienen importancia desde el punto de vista utilitario de la radiación. Especialmente sus experiencias sobre el bazo, al que radiaba bien directamente, bien a través de la piel del animal, han sido muy instructivas y dejaron plenamente confirmado el hecho de que los elementos propios del bazo son los directamente atacados por el radio —destrucción de los cuerpos malhigianos, pigmentación celular, etc.—sin originar lesiones al parecer de los vasos sanguíneos. Krönig y Ganst han encontrado también una fuerte sensibilidad del bazo a la acción del mesotorio. Sus experiencias se hicieron sobre los ratones, a los que colocaba en una caja de plomo con paredes de cuatro milímetros de espesor, a través de las cuales recibían los animales de experiencia la radiacción gamma, única que podía atravesar la pared de la caja, obteniendo resultados análogos a los de Heinecke.

El hígado se daja influir también fuertemente por la radiación. London, Thies y Persival Mills, han observado en el hígado de los ratones sometidos al radio necrosis y coagulaciones en el punto de aplicación y un proceso análogo a la cirrosis intersicial en el resto del órgano.

De una manera sistemática ha ensayado Hororowitz, la acción del radio sobre los distintos órganos de la economía animal, deduciendo de sus trabajos que la mayor sensibilidad la muestran el tejido nervioso, el linfático, las glándulas sexuales y el hígado. Menos sensibles son, riñón, cápsulas suprarenales, músculos, cartílagos y vasos, y relativamente insensibles: glándulas salivares, páncreas y mucosas.

Las lesiones de los vasos sanguíneos producidas por el radio han dado origen a las más vivas discusiones, de las que trataremos al ocuparnos de la piel.

Dentro de los fenómenos que produce la radiación sobre los distintos órganos, caben también los observados en las experiencias realizadas en los animales con sales de radio introducidas en el organismo por inyección, ingestión, etc., si bien en este caso se trata de una acción mixta radio-emanante. Nosotros hemos realizado por este procedimiento numerosos ensayos y debemos confesar la pobreza de los resultados obtenidos, debido a utilizar las sales de radio de débil actividad que facilita el comercio y que llevan tal cantidad de bario que no es posible descartar los efectos tóxicos de este elemento. Creemos de necesidad el exponer ésto, porque las lesiones que hemos tenido ocasión de comprobar en los animales—conejos—coinciden exactamente con las descritas por la mayoría de los autores como dependientes del radio y nosotros podemos afirmar de una manera cierta, siempre refiriéndonos a la experiencia personal, que el bario produce la misma clase de lesiones, como lo corroboran experiencias hechas por nosotros con cloruro de bario libre de toda radiactividad. Hay que tener en cuenta que las sales de radio puras resultan muy caras y mucho más en esta clase de ensayos, donde son perdidas en absoluto cuanto se utiliza para la experiencia, de donde se comprende que sólo los grandes laboratorios pueden hacer esa clase de dispendios, reservándose para los demás las sales de poco precio y éstas no son otra cosa que cloruros de bario impurificados por algo de radio. La sal utilizada por nosotros costó ciento cincuenta francos los dos gramos.

Siguiendo este método Lohe intoxicó dos perros mediante una inyección de torio X que produjo rápidamente la muerte del animal y encontró en la autopsia graves hemorragias en el hígado, pulmón y en algunos otros órganos y notablemente hisquemizados intestino y riñón. Bickel inyectó sal de radio a una serie de ratones observando grandes alteraciones de los tejidos, tanto más intensas cuanto más rico en rayos los depósitos activos que originara la inyección.

Prado Tägle investigó las alteraciones que pudieran presentar los tejidos colocando debajo de la piel de algunos ratones, pequeños depósitos de una combinación insoluble de radio y torio. Matado el animal al cabo de algún tiempo estudió

microscópicamente el tejido sobre el que asentaba el preparado radiactivo, encontrando fenómenos de inflamación, dilatación de vasos e infiltración leucocitaria. En los de más larga actuación radiactiva se mostró cariolisis, necrosis y aumento de fibroblastos. Las partículas de radio y torio fueron con el tiempo totalmente reabsorvidas y sobre el tejido necrótico se formó una cicatriz.

Sobre los protozoarios y huevos de peces se han hecho igualmente ensayos numerosos. Un rizopodo de agua dulce *Pelomixa palustris* se mostró muy sensible a la radiación, verificando vivos movimientos de conjunto y acelerando sus corrientes protoplasmáticas. Esta fase de excitación procedió a otra manifestada por aminoración de los movimientos y luego la muerte. Otros seres del mismo tipo sufren análogas perturbaciones y mueren con el protoplasma hinchado y con vacuolas en las cuales es imposible descubrir el núcleo. El *Spirostomun ambiguun* infusorio que por su tamaño permite seguir fácilmente las referidas fases, no muestra modificaciones hasta pasadas treinta y seis horas. Entonces el protoplasma se hace opaco, las vacuolas pulsátiles se distienden, el macronucleus en lugar de presentar la forma alargada en rosario que es su forma habitual, se agrupa formando una masa amontonada. Más sensible aún se muestra el Paaraemcium Caudatumm exceptuando el *P. Bursaria* que se muestra resistente. En todos estos ensayos se han mostrado mucho más sensibles los indivíduos jóvenes que los viejos.

Los organismos vegetales se comportan análogamente ante la radiación que los animales. Con fuertes dosis de radio se paralizan los fenómenos de heliotropismo y geotropismo de las plantas, pudiendo por el contrario, por una acción indirecta de fosforescencia, producir un positivo estímulo aunque transitorio, de los movimientos de la planta en relación con el sol. Esas mismas dosis detienen fácilmente el crecimiento del vegetal y producen la putrefacción de la raiz, pasando antes por un aumento momentáneo de energía en el crecimiento. Las hojas amarillean y se marchitan. La fuerza germinativa de las semillas, al principio ligeramente activada, puede llegar a perder en absoluto aquella condición. Es de notar que la raiz es siempre más profundamente dañada que los tallos, a pesar de que

la radiación se verifique sobre éstos. En los árboles no se aprecian daños visibles, sólo radiando ramas aisladas, sus hojas amarillean y se marchitan como por efecto de la helada.

Gran número de experiencias se han hecho con objeto de determinar la influencia biológica del radio sobre las semillas, destacándose por orden de prioridad las de Matout, quien practicó ensayos con semillas de berros y de mostaza blanca a las que sometía antes de ser sembradas a la influencia de la radiación obteniendo resultados negativos en la siembra, pues ninguna de las semillas radiadas germinó; por el contrario las semillas no radiadas sembradas en las mismas condiciones como testigo, evolucionaron perfectamente.

Con el torio X pudo observar Kahn que las pequeñas dosis activaban la evolución de las semillas, y las grandes destruían su propiedad germinativa. Esta es en realidad la actuación de todas las substancias radiactivas, estimulante a pequeñas intensidades, destructiva a las grandes y así lo pregonan las experiencias de Bickel y King con la cebada; las investigaciones de Dauphins con las mucorineas; Dautwitz con los ascomicetos; Koernicke con las semillas de habas y de nabos, Guilleminot con las de rábanos; Nogier con las de balsanima y clarkiast.

La propiedad estimulante se ha utilizado en algunos institutos agrícolas para forzar la producción de algunas semillas, bien por radiación previa para la siembra, bien con ayuda de abonos radiactivos. Sobre este asunto es muy interesante conocer los ensayos realizados en el Laboratorio de Radiactividad de Madrid, que dirige el profesor Muñoz del Castillo y que se hallan expuestos en el Boletín del referido laboratorio.

Acción sobre el desarrollo embriológico

Nos vemos precisados, para no incurrir en enojosas repeticiones, el agrupar aquí, como haremos bajo otros epígrafes, los efectos de la radiación y de la emanación sobre los animales en via de desarrollo, exponiendo experiencias, resultados y deduciones, que por ser comunes a la acción de ambos agentes, caben perfectamente dentro de la misma agrupación.

Los primeros trabajos acerca de la influencia de la radiactividad sobre el desarrollo embriológico se deben a Gorges Bohm, quien sometió a la acción del radio, larvas de rana y sapo—Bufo Vulgaris—. Para ello colocaba las referidas larvas en una cubeta con agua en cantidad suficiente para permitir flotar en ella un tubo de cristal conteniendo bromuro de radio. Los resultados obtenidos consistieron en la aminoración de la marcha evolutiva y del crecimiento. Con los embriones de rana se notaron detenciones del desarrollo de ciertos órganos, mientras que otros evolucionaron como de ordinario, dando esto motivo a la aparición de tipos monstruosos de la más variada configuración, según el momento de su desarrollo en que fueron sorprendinos por la acción del radio.

Muchos otros biológos ensayaron también la acción del radio sobre diversos organismos en evolución, haciendo todos constar la especial condición que ofrecen los tejidos embrionarios de dejarse afectar intensamente por el referido elemento.

Perthes y Barlow, entre esos biólogos, estudiaron la acción del radio sobre los huevos del ascaris megalocéfalo, observando que dosis ligerisimas producian una aceleración de la división y diferenciación celular y que por el contrario, las dosis elevadas daban origen a una división celular con irregularidades y a la detención del desarrollo. R. Bauer sirviéndose de la radioemanación, actuó sobre huevos fecundados de diversos animales, notando la detención evolutiva y la muerte después.

Con los huevos del *bufo viridis* y del *triton alpestris* obtuvo los mismos resultados, pero con una rapidez extraordinaria.

P. Wintrebert utilizando las aguas radiactivas de Plombieres, ha hecho interesantes estudios acerca de las metamorfosis y del crecimiento de la *rana irridie*. Con este fin sumergió en agua de las distintas fuentes de aquel conocido balneario, previamente enfriada, renacuajos en diversos grados de desarrollo procedentes de una charca próxima al establecimiento y comparó su desarrollo con el de otros renacuajos en el mismo estado de evolución tomados como testigo. En estas condiciones pudo apreciar una aceleración en el crecimiento y en las metamorfosis de los renacuajos sometidos a la influencia de la radiactividad.

Debemos tener en cuenta para dar todo su valor a las experiencias de Wintrebert que la emanación en las aguas termales se escapa muy rápidamente y que por tanto la cantidad que de ellas quedara después del enfriamiento sería pequeñísima, lo cual está conforme con los resultadon obtenidos de escitación activa del desarrollo.

Por el contrario, la mayor parte de las experiencias realizadas tanto con los rayos como con la emanación, producen siempre perturbaciones representadas por retardos en la marcha evolutiva de la totalidad del embrión o de alguno de sus organos. A este respecto, resulta instructivo lo observado por Farr en una estación de piscicultura de Nueva Zelanda, alimentada con agua artesiana de muy alta radiactividad. Los huevos de peces que se hallaban en las cercanías de los pozos morian rápidamente y los situados algo más lejos se llegaban a desarrollar, pero muy torpemente, ofreciendo sus embriones monstruosidades especiales, que iban haciéndose más raras a medida que la situación de los huevos estaba más alejada de las aberturas de los pozos.

También los estudios sobre huevos de *rana fusca*, *strongylocentrus*, *etc.*, de los hermanos Hertwig, que ya hemos citado; los de Schaper sobre huevos de rana esculenta y los de otros autores sobre células germinativas de distintos animales, han venido a demostrar que las fuertes dosis de rayos y las grandes concentraciones de emanación producen retardo de la división y diferenciación celular, del crecimiento y del

proceso de regeneración de los tejidos, fenómenos que tienen lugar despues de un período de latencia más corto o más largo y con una intensidad mayor o menor, según el tiempo de actuación rádica y según el estadio embrionario.

Schaper ensayó con huevos de rana en diversos estadios de desarrollo a los que radiaba a través de una delgada capa de mica durante más o menos tiempo y notó, en general, lo anteriormente expuesto. En los huevos que se hallaban en las primeras etapas de desarrollo su superficie se presentaba rugosa y agrietada, apareciendo el embrión con mutilaciones y deformaciones, como las observadas en sus experiencias por Bohm. Especialmente intensos son estos fenómenos cuanto más primitivamente sean los huevos sometidos a la influencia del radio, es decir, cuanto más yema contienen, detalle éste que viene a apoyar como otros muchos la conocida hipótesis de la lecitina.

Sobre el proceso de regeneración estudió Schaper la influencia del radio en las larvas de tritón, para lo cual amputaba la cola o una extremidad del referido animal e inmediatamente unas veces, o después de algunos días otras, radiaba la superficie seccionada. Los resultados mostraron a los pocos días una visible detención del proceso regenerativo que a veces fué definitiva. También se observó en los tejidos regenerados al cabo de ocho o diez días muestras de decadencia como si se fueran a atrofiar.

Lo mismo que en las experiencias anteriores en las de Schaper mostraron las células jóvenes mucha mayor sensibilidad al radio que las adultas del mismo organismo.

Como resumen de todo lo que acabamos de exponer podemos decir que tanto los rayos como la emanación del radio producen la muerte del embrión si la dosis empleada es muy fuerte: la detención en el desarrollo, originando las diferencias de sensibilidad que ofrecen los órganos, deformidades y monstruosidades, si la dosis es menos fuerte y por último, que sólo con influencias ligerísimas de emanación se puede llegar a producir un aceleramiento en la marcha evolutiva del embrión.

Queda todavía por explicar la razón que pueda existir para que ciertos órganos embrionariossometidos a la acción de la ra-

diactividad se desarrollen normalmente mientras que otros son parcial o totalmente detenidos en su evolución, dejando esto abierto un nuevo e interesante camino a la investigación biológica.

Acción sobre las bacterias y tóxinas bacterianas

Apenas conocidas las maravillosas propiedades del radio se creyó disponer de un elemento fuertemente bactericida al que le bastarían ligeras exposiciones de presencia ante los microbios para que éstos quedaran destruídos. Teóricamente así tenía que pensarse dada la enorme energía de la radiación y el efecto de otros rayos que, como los solares, ejercen una positiva influencia sobre las bacterias; pero desgraciadamente a pesar de los años transcurridos y después de numerosas experiencias y vivas discusiones no se ha llegado a probar por lo menos desde el punto de vista utilitario, aquella concepción teórica.

Actualmente todavía se discute si el radio goza o no de propiedades bactericidas, no faltando autores que las niegan en absoluto así como hay otros que, por el contrario, deducen de sus experiencias que aquel elemento posee una fuerte acción destructiva sobre las bacterias. Gran parte de estas diferencias se deben a estar fundados los juicios sobre los ensayos que se hicieron en los primeros años del descubrimiento de la radiactividad cuando los métodos experimentales carecían del importante dato de la dosis; hoy se puede afirmar en la positiva acción bactericida del radio, aun cuando no tenga valor práctico ninguno.

Las primeras experiencias con el radio sobre las bacterias fueron las realizadas por Aschkinass y Caspari en Alemania utilizando como fuente radiante un gramo de bromuro de bario radífero depositado en una cápsula de latón de tres centímetros

de diámetro y provista de una tapadera de aluminio de un décimo de milimetro de espesor. Actuaron con esta cápsula sobre colonias en agar del micrococus prodigiosus sin observar fenómeno alguno de destrucción o detención evolutiva del cultivo. Repitieron la experiencia suprimiendo el filtro de aluminio que absorbía a los alfa y parte de los beta y entonces observaron que al cabo de las pocas horas estaba completamente detenido en el punto radiado, siguiendo libremente su evolución en el resto de la masa. Caspari experimentó con el bacilo de la tuberculosis introduciéndole en la cámara anterior del ojo de algunos cobayas, al mismo tiempo que inyectaba substancias radiactivas y logró que no se presentara la infección tuberculosa. Los mismos resultados obtuvo con el bacilo diftérico.

Danysz y Curie en el Instituto Pasteur consiguieron detener primeramente, destruir después, un cultivo de bacteridia carbuncosa por influencia de los rayos radiactivos. Hoffmann repitió las experiencias de Aschkinass y Caspari con resultados análogos a los de estos experimentadores, habiendo empleado como fuente radiante cinco miligramos de bromuro de radio puro; Scholtz experimentó con el bacilo tífico y el estafilococo; Dixon y Wickham con el prodigiosus, piociánico, tífico y carbuncoso; Dorn Baumann y Valentiner con el bacilo tífico, habiendo obtenido detenciones en la evolución de los cultivos cuando utilizaban las tres clases de rayos y resultados negativos cuando mediante filtros apropiados se limitaban los alfa y beta blandos, a los que atribuyeron por tanto el poder bactericida de la radiación.

Pleifer y Friedeberger valiéndose de veinticinco miligramos de bromuro de radio colocado en una cápsula de vulcanita tapada con una ligera hoja de mica y envuelto todo ello con una fuerte cubierta de cobre provista de una abertura central correspondiendo a la tapadera de mica, investigaron con los bacilos tífico y colérico. Las primeras experiencias hechas a una distancia de seis a diez centímetros entre la capsula y el cultivo no dieron resultado. En las segundas, hechas a un centímetro de distancia, lograron paralizar el desarrollo de la colonia.

Otros autores como Minett, han obtenido resultados completamente negativos en sus ensayos con culturas de piociánicos, de bacteridia, coli, tífico, y subtilis. Las colonias de estos

microbios a pesar de fuertes radiaciones, de diez a sesenta minutos de duración, siguieron creciendo normalmente sin modificar tampoco la movilidad de las bacterias ni la propiedad de aglutinación. Freund obtuvo también resultados completamente negativos con el estafilococus piogenus aureos y con el bacilo tífico, a los que radió por espacio de tres días.

No han faltado autores que sin negar el poder bactericida del radio no admiten que esta acción sea directa sobre los microbios, sino que más bien la hacen depender del efecto de la radiación sobre los medios de cultivo, lo que traería por consecuencia su alteración, incapacitándoles, al menos parcialmente, para la fructificación de la siembra. Dubois y Burke cada uno por su cuenta radiaron medios de cultivos—gelatinas—ya esterilizados observando la formación de vacuolas que ofrecian el fenómeno biológico de la división celular pareciendo por tanto seres orgánicos vivos. Estos pseudomicrobios a los que Burke denominó *Radioben* han sido explicados por Ramsay como producidos por la descomposición del agua que lleva la gelatina, en hidrógeno y oxígeno, por efecto de la radiación y por tanto las vacuolas no serían otra cosa que vesiculillas llenas de gases.

Además Werner pudo comprobar que la radiación de los medios de cultivo no ejerce influencia sobre el crecimiento de las colonias y como éstas son afectadas por los rayos no cabe duda que gozan éstos de un fuerte poder bactericida.

También Werner que ha realizado interesantes experiencias acerca de estos asuntos en el Instituto de Heilderberg estudió la acción del radio sobre los agentes infectivos y sobre la misma infección. Ya anteriormente había hecho notar que las propiedades bactericidas del radio eran muy débiles para detener la infección de una herida y que por el contrario los tejidos modificados por la acción de aquel elemento se presentaban muy resistentes a la infección. Para demostrar esto hizo un gran número de experiencias produciendo en los animales radiumdermitis intensas, a veces verdaderas necrosis de los tejidos y tratando de sembrar gérmenes en estas lesiones. Los resultados demostraron que en la superficie del tejido necrosado por la acción del radio las bacterias se desarrollan con entera libertad, mientras que la profundidad del mismo parece gozar de un fuerte poder bactericida. Esto nos aclara dice Werner

el hecho de que podamos suturar, después de haber desprendido por la periferia y bien aseptizada la superficie, los labios de la herida quedando debajo de la piel el tejido necrosado que se reabsorbe fácilmente sin producir absceso. Se puede también realizar esta operación después de haber inyectado en la zona necrosada un cultivo virulento y obtener los mismos resultados siempre que se guarde la precaución de desinfectar la superficie. Esto prueba indiscutiblemente el fuerte poder bactericida de que gozan los tejidos modificados por el radio, ya que no sólo impiden la diseminación de las bacterias sino que también producen su muerte como se demuestra extrayendo a las veinticuatro horas la materia inyectada.

Werner suponía que todo esto era debido a la acción exaltada de los leucocitos y para probarlo hizo el siguiente experimento. Por medio de la esencia de trementina producía un absceso estéril en el dorso de un conejo, donde inoculaba un cultivo virulento produciendo un enorme flemón cuyo volumen se disminuía mucho si el absceso se había sometido previamente a la acción del radio; como la destrucción de los leucocitos por las radiaciones es muy rápida, y la de los gérmenes en los tejidos incluídos tarda en verificarse veinticuatro horas, dedujo que no debían ser exclusivamente los leucocitos los encargados de aquella defensa orgánica sino que también las mismas células modificadas desempeñarían un papel bactericida.

Los tejidos destruídos por el radio impiden la circulación y la absorción de los bacilos y de sus toxinas y además producen materias antibacilares—colina, ácido fosfoglicérico, etc.,—al mismo tiempo que la destrucción de los leucocitos ponen en juego los fermentos autolíticos.

Estos hechos expuestos por Werner están en absoluto conformes con los observados en la clínica. Nosotros que hemos tenido ocasión de observar, puesto que venimos asistiendo desde las iniciaciones de la Radiumterapia al progreso de esta rama médica, gran número de tejidos necrosados, especialmente de lengua, nunca pudimos ver fenómenos de infección aguda representados por fiebre, linfangitis, ganglio supurado, etc., descontando como es natural, la infección y reblandecimimiento de ganglio por propagación tumoral.

Sobre otros parásitos ha sido también estudiada la acción

del radio. Dautvitz lo estudió sobre diversas mucedíneas, aspergillus fumigatos y penicillium glaucum, observando la detención del crecimiento del micelium y cambios de coloración. En algunas sarcinas coloreadas se observó la pérdida de la pigmentación.

Otros cuerpos radiactivos de la familia del torio han servido también para gran número de experiencias sobre los microbios con resultados análogos a los obtenidos con el radio. Wolff investigó con el mismo torio, el que dejaba actuar por espacio de tres a seis días sobre el bacilo de la tuberculosis, produciendo la muerte de los gérmenes.

La acción de las substancias radiactivas no se limitan a ejercer su acción letal sobre las bacterias sino que también la ejercen sobre las toxinas segregadas por ella. Goldberg asegura que las toxinas de la rabia y del muermo se atenúan considerablemente por la acción del radio. Muy interesantes resultan a este objeto las investigaciones de Tizzoni, quien demostró que el virus rábico era fuertemente atacado por la radiación y su virulencia era disminuída y a veces disipada totalmente si la acción de aquélla se prolongaba mucho tiempo. También consiguió contener los progresos de la rabia en los perros infectados experimentalmente, por medio de las fuertes radiaciones, sobre todo si estas eran suministradas pocas horas después de la inyección infectante.

Phisalix sometió disoluciones clorofórmicas del veneno de la víbora, durante seis a cincuenta y ocho horas, a las radiaciones e inoculó este veneno a varios cobayos, al mismo tiempo que lo hacía en otros, con nuevas porciones del mismo veneno sin haber sido radiado. Los resultados indicaron, con la supervivencia de los cobayos inoculados, la atenuación de la toxicidad de aquel veneno por los efectos del radio. Los otros cobayos se murieron rápidamente.

Fabre y Ostrovsky en el Instituto Pasteur han realizado un gran número de experiencias con el sulfato de radio sobre la toxina diftérica y la necrotuberculina. Aun cuando sus autores no consideran terminados sus trabajos adelantan la conclusión de que se produce un retardamiento de los efectos tóxicos en los animales inyectados de aquellas toxinas radiadas, en comparación con los testigos. Reconocen por tanto una indiscutible

y favorable influencia del radio sobre las toxinas estudiadas manifestada en todos los casos por aminoramiento de los efectos tóxicos.

Más importancia práctica desde el punto de vista bactericida, nos ofrece la emanación, pues con ella, dado caso de utilizar aquella propiedad, podríamos influir en los sitios más recónditos del organismo donde pudieran asentar las bacterias. Por eso gran número de biólogos ensayaron el efecto de la emanación sobre las bacterias, siendo los primeros Dorn, Baumann y Valentiner quienes ensayaron, especialmente sobre el bacilo tífico, observando la detención del desarrollo del cultivo en agar, pero no en los de gelatina solidificada. Con otros microorganismos—tifus de los ratones, difteria y vibrión colérico—la emanación se comporta lo mismo impidiendo o empobreciendo sus colonias.

Bouchard y Balthazard ensayaron también la acción de la emanación sobre algunas bacterias, especialmente en las cromógenas, habiendo notado disminución de coloración y lentitud en el desarrollo y si la dosis de aquélla era muy intensa, se llegaba a impedir en absoluto la evolución bacteriana.

Las aguas medicinales radiactivas por la cantidad de emanación que ellas contienen, gozan también de propiedades bactericidas como Kalmann y Rheinboldt han demostrado con las aguas de Gastein y Kissinge respectivamente.

El profesor Kalmann de Graz estudió los efectos de la emanación contenida en las aguas de Gastein sobre el bacilus prodigiosus, habiendo deducido de sus estudios las siguientes conclusiones: 1.° La emanación dificulta el desarrollo y los cambios nutritivos del bacilo prodigioso. 2.° Esta acción es paralela a la intensidad radiactiva de los diferentes portadores de la emanación. Poco pronunciada en el agua termal se manifiesta mucho más en los gases y llega a su máximum en el sedimento de aquélla. 3.° Los efectos de la emanación son nulos si se hace uso de agua de más de cuarenta y ocho horas o de gases de estos manantiales que provengan de agua embotellada de más de ocho días.

Por su parte Rheinboldt en experiencias realizadas con el objeto de estudiar el poder bactericida de la emanación del radio, ya ensayando con aguas minerales naturales, ya con

agua potable artificialmente radiactivada, nos da las siguientes conclusiones: el agua destilada ordinaria adicionada de emanación detiene el crecimiento de las bacterias al principio y de un modo pasajero, por lo que poco tiempo después se observa su resurgimiento; por el contrario, las aguas minerales —fuente Rakoczy de Kissingen—al principio ejercen una acción débil, pero a las cuatro horas se acentúa y con el tiempo se hace aún más marcada la acción bactericida. Este hecho es tanto más notable cuanto que la cantidad de emanación contenida en las aguas minerales es relativamente insignificante comparada con la enorme cantidad que se agrega artificialmente al agua ordinaria.

Loewenthal, queriendo comprobar estos hechos, realizó algunas experiencias con culturas en caldo de estafilococus y con agua radiógena, habiendo obtenido resultados totalmente negativos. Su opinión respecto a los conseguidos por Rheinboldt y demás experimentadores es de que los efectos de las aguas termales son debidos a la producción de ozono por la presencia de la emanación. Nosotros añadimos que también a la formación del superóxido de hidrógeno ($H_2 O_2$) que acompaña a toda agua fuertemente radiactiva.

Jansen consiguió matar en algunos días un cultivo de prodigiosus con el empleo de aire que contenía 400 unidades Mache de emanación por c. c. y en otras experiencias llegó a fijar las unidades que necesita un fuerte aire radiactivo, actuando por lo menos tres horas, para conseguir la detención del cultivo y precisando un tiempo de actuación de cuarenta y ocho horas, de un aire que contenga por centímetro cúbico 766 unidades Mache de emanación, para alcanzar la muerte de los bacilos.

De esto se deduce la cantidad enorme de emanación que precisa un litro de aire para ejercer una acción eficaz sobre las bacterias.

Nosotros también hemos realizado algunas experiencias acerca de tan interesante asunto en el laboratorio del Hospital del Niño Jesús, valiéndonos de cápsulas de Br_2 Ra de 30 miligramos y de aire y líquidos cargados de emanación hasta 100.000 voltios hora litro.

Los ensayos los realizamos sobre *estafilococus piogenus aureus* cultivados en caldo, gelatina y agar.

Primer ensayo. Cultivos en caldo dejados destapados en estufa donde colocamos una tela rota conteniendo un centigramo de bromuro de radio. Los granos de la sal rádica estaban al descubierto por lo que la acción emanante era indiscutible. A pesar de estancias hasta de cuarenta y ocho horas, no se notó en estos cultivos diferencia alguna comparados con los que sirvieron de testigos.

Segundo ensayo. Agua turbia del Lozoya a la que cargábamos de emanación hasta 100.000 voltios hora litro; a las cuarenta y ocho horas se hicieron siembras con resultados positivos.

Tercer ensayo. Algunos cultivos en gelatina de estafilococus colocados bajo una campana de cristal en la cual se ponía la tela radífera a que antes hicimos referencia, sufrieron un retardo apreciable en su evolución comparado con los testigos y manifestada por la no licuación de la gelatina.

Cuarto ensayo. Radiar durante dos horas con una cápsula de 30 miligramos de Br_2 Ra a través del cristal del tubo o placa que contienen las colonias de estafilococus. Apenas se aprecian diferencias con los cultivos testigos.

Quinto ensayo. Radiar durante dos horas y con la misma cápsula directamente las colonias. Se nota la detención absoluta del cultivo en la parte radiada.

Estos ensayos nos sugieren algunas conclusiones respecto al poder bactericida de los cuerpos radiactivos. La primera es la necesidad de contar con dosis enormes de emanación para producir *in vitro* la muerte bacteriana. La segunda se refiere a que los rayos bactericidas son los alfa y beta blandos, pues basta detener éstos por el cristal del tubo o de la placa donde se hallan los cultivos para que aquéllos se dejen afectar. La tercera nos dice que, dada la intensidad radiactiva que precisa la destrucción bacilar en los ensayos de laboratorio, la acción bartericida de los cuerpos radiactivos no tiene aplicación práctica.

Efectos de la emanación

Acción biológica general

La enorme difusión de que goza la emanación hace extraordinariamente importante su estudio biológico. Como los rayos, a dosis ligera, ejerce una acción estimulante de las funciones orgánicas y a fuertes dosis, por el contrario, una acción retardatriz y a veces hasta una anulación absoluta de aquellas funciones. Esto es una ley general de la radiactividad que debemos tener siempre presente.

Los primeros trabajos en este sentido se deben a Bouchard, Curie, y Balthazard quienes ensayaron los efectos de la emanación en los animales, haciendo respirar a ratones y cobayas en una cámara cerrada, que por un procedimiento especial era susceptible de regenerar el aire, fuertes dosis de emanación. Los resultados variables según la cantidad de emanación y el tiempo de su actuación consistieron en trastornos respiratorios —respiración entrecortada, expiración breve y aumento de la pausa respiratoria—tendencia al reposo y erizamiento del pelo. En una segunda fase los animales cayeron en sopor profundo enfriamiento general y muerte. En estos ensayos la acción del azono fué eliminada.

La autopsia mostró congestión pulmonar sin hemorragias intersticiales ni alveolares. La sangre sufrió algunas modificaciones especialmente en el número de leucocitos que disminuyeron *in toto*.

Otras investigaciones interesantes acerca de los efectos de la emanación, fueron las realizadas por London. Este sabio ruso experimentó con las ranas y ratones sobre los que ejerció el influjo de la emanación desprendida de diez miligramos de Br_2 Ra disuelto en agua. A los tres o cuatro días apreció en aquellos animales fenómenos de apatía que fuéronse acentuando hasta sobrevenir la muerte, que tuvo lugar por asfixia en los ratones.

Engelmann valiéndose de líquidos fuertemente cargados de emanación ensayó los efectos de ésta introduciéndola en el organismo animal por inyecciones intravenosas, intrarteriales y por ingestión. Y encontró, además de observar fenómenos de apatía en los animales, una importante leucocitosis, que no fué comprobada por Pappenhein en sus ensayos con el torio, en los cuales observó siempre disminución de leucocitos especialmente de linfocitos.

Loewenthal quiso con una serie de experiencias sobre ratones, determinar el límite tóxico de la emanación y para ello se valió de cuatro miligramos de bromuro de radio encerrados en un tubito de cristal, al que calentaba hasta perder el bromuro el agua de cristalización. Inmediatamente después abría el tubito por un extremo y con una jeringa de Pravat absorbía el aire contenido en él, obteniendo de esta manera en la cámara de la jeringa próximamente la mitad de la cantidad de emanación existente en los cuatro miligramos de Br_2 Ra en equilibrio. (2 milicurie.)

Esta cantidad era inyectada en la piel de los lomos de un ratón, el cual presentaba en el punto de la picadura una ampolla de aire que se iba haciendo más pequeña hasta llegar casi a desaparecer por completo a los cuatro días. Al cuarto día se repitió la inyección empleando entonces un milicurie.

Los resultados fueron negativos y el ratón no presentó lesión alguna.

Un segundo ensayo fué hecho colocando en una vasija rectangular a modo de emanatorio dos ratones adultos. El aire contenido en la caja poseía una cantidad de emanación de cuatro milicurie (próximamente 2,25 millones de unidades Mache). La estancia dentro de la caja cerrada se hacía inofensiva, desde el punto de vista de la viciación del aire, por una serie de precauciones que omitimos, e igualmente la acción del ozono.

A las ocho horas de estancia, los animales se muestran apáticos y trepan difícilmente, especialmente con las patas de atrás. A las diez y seis horas uno de los ratones era muerto y en la autopsia mostró congestión del pulmón, peritoneo e intestino, riñón de color rojo azulado, hígado rojo oscuro y el corazón en diastole.

Estas experiencias, dice Loewenthal, prueban que dos millones de unidades Mache de emanación, introducidas en el organismo por el árbol respiratorio, producen la muerte del animal, y que la misma cantidad inyectada en el tejido subcutáneo no produce lesión alguna, lo cual, añade, es debido probablemente a la lenta eliminación en este último caso.

El mismo Loewenthal hizo notar que las personas que trabajan en radio y que por tanto absorben una cierta cantidad de emanación, no padecen lesión ni molestia alguna a pesar de la fuerte activación orgánica demostrada por la orina y el aire espirado. Experimentalmente puede hacerse absorber a personas en buen estado de salud, agua cargada de emanación sin que aparezca ningún fenómeno anormal. Los mismos resultados negativos se han obtenido haciendo ingerir agua cargada de emanación a gatos e inyectándola en las venas de un conejo.

Por el contrario si se hace ingerir la misma cantidad de agua cargada de emanación a un enfermo atacado de esas formas reumáticas crónicas que suelen tratarse en las aguas termales, entonces se produce exacervación de los dolores, de las inflamaciones articulares y demás fenómenos que suelen acompañar la reacción característica que tanto se observa en los establecimientos balnearios.

La emanación a dosis enormes produce fenómenos destructivos análogos a los que producen los rayos. A los médicos no nos interesan esas grandes concentraciones, puesto que las aguas medicinales, tanto naturales como artificiales, no alcanzan ese grado de concentración y con ellas exclusivamente y con sus gases actuamos solamente sobre la salud humana.

Acción sobre los fermentos

La ciencia moderna nos enseña la enorme importancia y transcendencia que tienen los fermentos en los organismos hasta el punto de que sin ellos no podemos concebir los grandes fenómenos químico-biológicos que integran el mecanismo de la nutrición. Por cualquier lado que la vida se considere nos encontramos con los fermentos y las acciones fermentativas indicándonos cierta relación de dependencia entre ellas; y cuando la muerte se enseñorea de los seres vivos inmediatamente surgen nuevos fermentos, nuevas acciones fermentativas como fenómenos inseparables de los organismos y de la materia orgánica.

También los estados patológicos dependen de actuaciones fermentativas específicas, ejerciendo estas acciones una supremacía de función en el campo biológico.

Por eso el estudio de los modificadores de los fermentos y del modo como se realicen las modificaciones tiene extraordinaria importancia para el terapéuta y mucho más en la Terapia del radio, donde los rayos y la emanación actúan a veces como verdaderos fermentos, viniendo a complicar el proceso fermentativo orgánico. Numerosos biólogos se han lanzado por este interesante camino y ya son muchas las conquistas conseguidas aclaratorias de hechos clínicos, conocidos de antiguo unos, de posesión reciente otros, que no tenían aplicación plausible.

Al profesor Neuberg, de Berlín, se deben los primeros trabajos acerca de la influencia del radio sobre algunos fermentos. Este profesor apreció la activísima autolisis, que tanto los tejidos normales como los patológicos, especialmente las masas cancerosas, sufrían por influencia de la radiación rádica. Sus experiencias se hicieron colocando en agua varios trozos del tejido que trataba de ensayar, a los que radiaba o sometía a la influencia de la emanación de una caja que contenía al-

gunos centígramos de bromuro de radio. Los resultados siempre constantes consistieron en una más rápida descomposición que otros trozos del mismo tejido que servían de contraprueba. Las masas cancerosas mostráronse especialmente influidas, descomponiéndose las radiadas casi siete veces más rápidamente que las no radiadas que servían de control. Así lo demostró la cantidad de nitrógeno desprendida.

Estos fenómenos se deben a un estímulo funcional por influencia del radio, de los fermentos autolíticos encargados como sabemos de la destrucción química de la célula muerta.

Los trabajos de Neuberg fueron confirmados ámpliamente por los de Bergell y Braunstein, quienes observaron la activación de la pancreatina por la influencia de la radioemanación. Sobre los fermentos pepticos actuaron Bergell y Biekel con la emanación procedente de las aguas de fuentes medicinales —manantial Kochbrunnen de Wiesbaden—y apreciaron la activación funcional de la pepsina digestiva.

Muchos otros autores investigaron la acción de los rayos y de la emanación sobre algunos otros fermentos orgánicos. Wohlgemuth sobre los autolíticos, radiando pulmones tuberculosos y otros investigadores sobre los glicolíticos, diastásicos, lácticos, etc.

El fenómeno de activación funcional de los fermentos orgánicos por influencia de la radiación y emanación del radio, es un hecho indudable y ciertamente comprobado por numerosos experimentos, algunos tan instructivos como el siguiente de Bergell, autor que más ha laborado en este sentido. La experiencia consistió en descomponer por la pancreatina un producto combinación del aminoácido y amoniaco, la *leucinamida*, en estufa a 40° grados y bajo la influencia de dos millones de unidades Mache de emanación. Filtrado el líquido fué observado al polarímetro presentando en dos tubos una desviación a la izquierda de —1,2.° a 1,3.°; en otros dos tubos cerrados en los que se hizo la observación veinte horas después, la desviación llegó a alcanzar —1,6.° a 1,7.° En los tubos de control, en los que faltaba la influencia de la emanación, sólo desviaron de —0,7.° a 0,8.° Esta experiencia demuestra de una manera indudable, la excitación de actividad de un fermento trípsico por influencia de la emanación.

Claro es que la cantidad de emanación empleada es enorme en relación con la que se utiliza en procedimientos terapéuticos; pero hay que tener en cuenta que en el organismo tampoco se actúa sobre un solo fermento, sino sobre muchos, unos conocidos y otros no y la misma cantidad de emanación puede actuar sobre todos ellos al mismo tiempo.

Sobre la activación de los fermentos autolíticos nosotros mismos hemos hecho algunas experiencias que fueron expuestas a la Sociedad Española de Hidrología en Febrero de 1917. Utilizamos para nuestros ensayos las aguas del arroyo Teles —Asturias—que medidas anteriores nos habían enseñado la actividad de sus aguas—750 voltios hora litro—y trozos de vísceras de ternera pulmón, hígado y bazo, las cuales pusimos inmergidas en las aguas del arroyo y en el origen de éste. Otros trozos testigos fueron colocados aguas abajo del referido arroyo y sobre una vasija con agua privada de emanación.

Los resultados auque no tan manifiestos como en los ensayos de Neuberg, nos mostraron más rápida descomposición en las vísceras sometidas a la influencia radiactiva que en las privadas de ella—sobre todo en los trozos de pulmón—y confirmando que no se necesita la intervención de grandes concentraciones radiactivas para excitar funcionalmente los fermentos autolíticos.

Loewenthal en colaboración de Edelstein han estudiado los resultados de las experiencias de Neuberg y Wohlgemuth sobre los fermentos autolíticos repitiendo sus experiencias sobre gran número de tejidos y han expresado que la elevación de la actividad autolítica depende: 1.° del tiempo de actuación, 2.° de la clase de substancia.

Esta elevación que comienza ya en los cuatro o cinco primeros días, es más marcada en el pulmón pneumónico que en el normal y notablemente fuerte en el sarcoma, así como en el hígado de ternera y en el pulmón humano. La cifra más elevada de autolisis nos la suministra el jugo canceroso, como nos indica la adjunta tabla que tomamos de Loewenthal.

SUBSTANCIAS	Duración del ensayo	Sin emanación	Con emanación
Hígado de ternera	4 días	1	1,04
» »	6 »	1	1,04
» »	6 »	1	0,97?
Pulmón normal	67 »	1	1,2
» pneumónico . . .	67 »	1	1,35
Jugo canceroso.	33 »	1	5,41
» »	53 »	1	4,76
» »	57 »	1	2,7
Papilla de cáncer	108 »	1	1,18
Sarcoma	7 »	1	1,4
Cáncer de los ratones . .	98 »	1	0,92

Tabla de infuencia de la radiación sobre la autolisis. (Según Loewenthal)

Otra serie de experiencias acerca de la influencia de la emanación sobre los fermentos fueron realizadas por Loewenthal y Wohlgemuth, quienes demostraron en unos casos elevación y en otros detención de la actividad en los fermentos diastásicos. La actividad se muestra tanto en los fermentos diastásicos de la saliva y en lo del páncreas como en el suero y papilla de los órganos.

Bickel y Minanimi investigaron la acción de los rayos beta y gamma del mesotorio sobre los fermentos autolíticos diastásicos, pepsina y pancreatina y como resultado de sus observaciones expusieron que los referidos rayos tienen una indiscutible influencia sobre los fermentos, muchas veces fugaz y que se traduce no sólo por excitación funcional sino también por detención de su normal actividad. Para el examen de los fermentos autolíticos utilizaron tejidos normales y patológicos—sarcoma y carcinoma—y 30 miligramos de bromuro de mesotorio, con resultados completamente negativos.

Según estas experiencias la actividad fermentativa la suministra exclusivamente, por lo menos, en su mayor parte, los rayos alfa, hablando en favor de esta idea los efectos conseguidos por la emanación.

Indudablemente la emanación ejerce sobre los fermentos una acción estimulante; pero, ¿cómo concebir esta acción en una substancia que se comporta químicamente indiferente como todos los gases de su grupo? Podemos contestar con Sauberrmaun que por oxidación.

La emanación se manifiesta como un oxidante enérgico. Recuérdense dos experiencias de Md. Curie: Un tubo cerrado por ambos extremos conteniendo aire y una pequeña cantidad de emanación nos ofrece al cabo de algún tiempo porciones apreciables de ácido nítrico que sólo por oxidación del nitrógeno se han podido formar. Si el tubo en lugar de aire contiene oxígeno se forma ozono.

Otra experiencia: Si en una vasija con agua y emanación se coloca un pedacito de azufre se origina al cabo de algún tiempo una intensa niebla, debida a núcleos de condensación de ácido sulfúrico.

En todos estos casos la emanación actúa como un sensible catalizador originando por su sola presencia fenómenos químicos para cuya producción sería necesario contar con fuertes acciones eléctricas. Pues bien, en el organismo actúa la emanación como un fuerte fermento a cuya presencia se excitan las funciones de los fermentos orgánicos como se excitan los procesos químicos por influencia de los catalizadores.

Acción sobre la sangre, corazón y vasos

El estudio de la influencia de los rayos y de la emanación sobre la sangre ha sido motivo de numerosas experiencias. Ya Londón en 1903 expuso que la sangre arterial por influencia de la radiación se oscurecía. Henri y Mayer apreciaron este fenómeno como un cambio de la hemoglobina en methemoglobina demostrándolo además en la oxihemoglobina de la sangre de perro y de ranas; por el contrario, en la hemoglobina oxicarbonada no apreciaron ningún cambio.

Los glóbulos rojos, estudiados también por estos dos últimos autores, desde el punto de vista de las modificaciones que pudieran engendrarse por influencia de la radiactividad, parece ser que por esta influencia disminuye su resistencia abandonando la hemoglobina en el seno de disoluciones salinas o azucaradas que no tienen acción sobre los glóbulos normales.

La disminución del número de leucocitos por la acción de la emanación ha sido notada por gran número de autores. Bouchard, Curie y Bathazard en la sangre de ratones y Falta en la humana. Queda por saber si esta disminución está fundada en la destrucción de los leucocitos o en la falta de su formación. En la sangre leucémica y de la anemia perniciosa se ha notado por la inyección de sales de radio una marcada leucopenia, así como un aumento de los glóbulos rojos.

Este fenómeno leucopénico se ha observado también en los físicos, radiunterapeutas y demás personas que manejan el radio con alguna frecuencia.

Las experiencias de Fofanoff en la sangre de las ranas nos aclara algo esta acción de la radiactividad sobre los leucocitos. En sus ensayos introducía el referido autor un pedacito de médula de saúco en el saco linfático de una rana a la que se mataba veinticuatro horas después de su permanecencia en agua y aire con un fuerte contenido de emanación. Al mismo tiempo hacía en otra rana la misma experiencia sin someterla a la influencia de la emanación, observando que el trocito de médula de saúco en estas condiciones ofrecía riqueza en leucocitos mientras que en el sometido a la emanación faltaba totalmente o casi totalmente ese fenómeno. Esto puede ser debido, como dice Loewenthal, bien a una destrucción de leucocitos, bien a la rebaja de su movilidad o a una debilitación de sus propiedades fagocitarias y quimiotásicas.

Todas las experiencias sin embargo, coinciden en el resultado de apreciar una disminución leucocitoria. El profesor Falta ensayó desde este punto de vista, con la sangre humana. Introducía para ello en un emanatorio a una persona en estado normal y después de una estancia de seis a ocho horas hacía el recuento de leucocitos, observando primeramente una subida en el número hasta alcanzar la cifra de 16.000 glóbulos blancos, correspondiendo principalmente este aumento a las célu-

las neutrófilas. Al día siguiente se aprecia ya la leucopenia que se acentúa más con nuevas estancias en el emanatorio.

También la emanación suministrada por ingestión, inhalación o inyección subcutánea y en cantidad crecida eleva grandemente la propiedad coagulante de la sangre, como Velden ha demostrado. Esto pudiera explicarse por el estímulo funcional de ciertos fermentos de la sangre que intervienen en el proceso de la coagulación (tromboquinasa) por la influencia de la emanación. Como adelanta Loewenthal este fenómeno puede tener una aplicación práctica en la hemofilia.

También se ha estudiado la acción del radio sobre el suero hemolítico especifico por Jagn, sometiendo a la influencia de aquel elemento el suero de un conejillo de Indias preparado contra los hematíes del conejo ordinario, observando que el poder hemolítico del primero había desaparecido completamente.

La emanación ejerce sobre la inervación de los vasos sanguíneos una positiva influencia. Mendel observó en un caso de eritromelalgia dilatación de vasos con agravamiento de síntomas por la inyección de una sal de radio; en otro caso de enfermedad de Raynaud, igualmente dilatación y mejoría.

Los efectos de la presión de la sangre estudiados por Loeroy y Plesch midiendo la presión sanguínea en los sujetos que respiraban dentro de un emanatorio, han mostrado que la subida del valor presión no se realiza en ningún caso; más bien por la influencia de la radioemanación decae la presión, tanto la máxima como la media y mínima. Este decaimiento es fugaz.

Sobre el corazón de las ranas la radioemanación produce una baja del número de contracciones, originando irregularidades y pulso alternante. Las pequeñas concentraciones de emanación parece que producen, por el contrario, elevación del número de latidos.

Falta mucho que conocer respecto de este interesante asunto que tan necesitado se halla de progresos aclaratorios de los efectos observados en los enfermos del corazón con las aguas radiactivas naturales y artificiales. En la parte clínica añadiremos algo más de lo observado por nosotros.

VIII Foto-actividad y Escotografía

Presenta la radiactividad fenómenos tan extraños, modificaciones físico-químicas tan esenciales y tan notables relaciones biológicas, que su estudio ha de ofrecérsenos todavía en algunos puntos demasiado oscuro. Realmente tiene que ser oscuro y complicado el proceso que suministra rayos penetrantes, capaces de atravesar el cuerpo humano; gases sutiles que al difundirse por el organismo dejan depósitos activos de donde a su vez parten rayos penetrantes; acciones eléctricas, caloríferas, fotográficas, etc., toda una intrincada madeja de fenómenos diversos, partiendo, no de una complicada y gigantesca máquina, sino de granitos microscópicos de substancia radiactiva. Además, si el contacto de los organismos vivos con la radiactividad fuera una cosa rara, podríamos sorprender el primer momento de su actuación y determinar los cambios y alteraciones resultantes, pero no sucede así, pues el individuo desde que nace se halla en contacto radiactivo por intermedio del aire, de las aguas, de los alimentos, dotando al organismo de ciertas propiedades que desconocemos, pero que seguramente juegan en la vida importantísimo papel.

Algunas acciones orgánicas observadas en estos últimos tiempos ofrecen analogías tan grandes con las suministradas por la radiactividad que nos obliga a mencionarlas junto a estas y hasta admitir un estrecho parentesco entre ellas. Tal vez no tengan relación alguna y procedan de causas distintas, pero es también probable dependan de una causa única y ésta no sea otra que la radiactividad.

Esta a su vez parece mostrar afinidades especiales para ciertos órganos, como Bouchard y Balthazar apreciaron para la emanación en las glándulas de secreción interna, especialmente en las suprarrenales, y Lazarus y Barlow en el hígado.

Relacionado con estas afinidades de los órganos para la radiactividad están probablemente las acciones fotográficas que Barlow y nosotros hemos demostrado en los tejidos normales (Fotoactividad de Loewenthal, escotografismo de Barlow). Este último autor observó que ciertos tejidos, especialmente el de riñón e hígado, ejercen sobre las placas fotográficas una acción parecida a la de la luz—Skotographische Wirkungen—. Esta acción era mucho menos intensa con el pulmón y bazo y también con las vísceras procedentes de hombre que con las de mujer.

El efecto escotográfico iba aumentando, al menos para el tejido renal, con la edad del órgano hasta llegar a los cincuenta y cinco años, teniendo una disminución de los treinta y cinco a los cuarenta y cinco años. También observó Barlow una propiedad altamente escotográfica en el tejido canceroso.

Mediante un tratamiento con acetona, agua y éter logró extraer el portador de estos rayos y evaporando los líquidos obtuvo un sedimento que ejercía gran acción sobre las placas fotográficas. Esta acción era más rápida y fuerte con las altas temperaturas que con las bajas y parece conservarse muchos años, puesto que logró obtener fuerte reacción escotográfica con un cálculo vexical que había sido extraído un siglo antes.

Esta singular propiedad ha sido vista también en cierta clase de bacterias, especialmente en los estafilocus y en los bacilos de la tuberculosis y diftéria

Nosotros sin conocer los trabajos de Barlow hicimos observaciones parecidas envolviendo la placa fotográfica en varias hojas de papel negro y colocando encima las vísceras a investigar. Los resultados de nuestros trabajos los dimos a conocer en una comunicación a la Sociedad Española de Pediatría, en la sesión del 20 de Mayo de 1915 y en la que hicimos las siguientes conclusiones:

1.° Todas las vísceras dan una imagen escotográfica más o menos clara, siendo el riñón el que sobresale en este sentido, después va el tiroides.

2.° El escotografismo se manifiesta con más intensidad en en la época del crecimiento.

3.° En 174 cálculos vexicales, procedentes de niños de ambos sexos y de distintas edades que he examinado desde

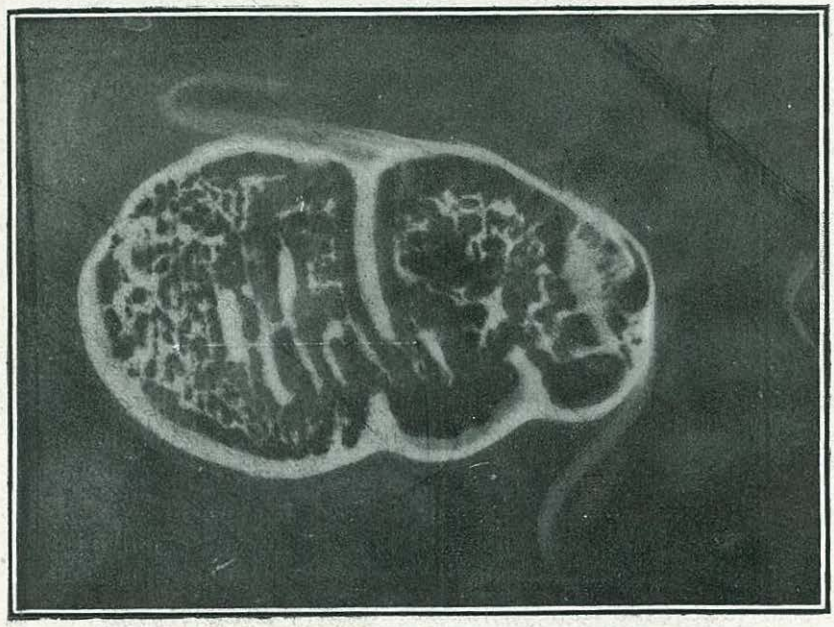


Fig. 17.—Imagen escotográfica de un riñón de cerdo no nacido

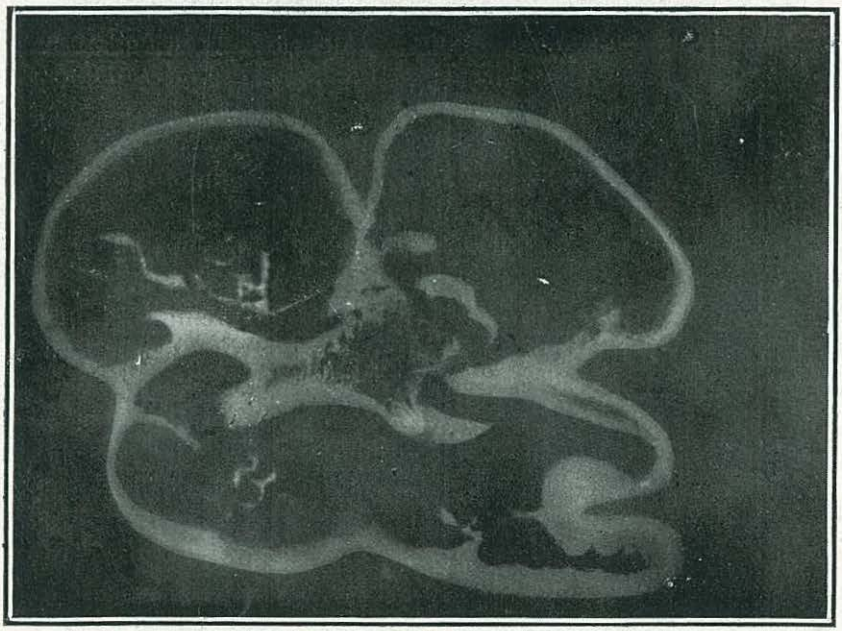


Fig. 18.—Imagen escotográfica de un corazón de ave. Cortado por un plano en sentido longitudinal

este punto de vista, no he podido apreciar fenómenos escotográficos. (1).

4.° Con dos cálculos de adulto he obtenido reacción escotográfica intensa, especialmente en uno que pertenecía a un anciano de setenta y tantos años.

5.° Las imágenes escotográficas se producen a través de varias hojas de papel, pero basta a detenerlas una hoja de cobre o de cualquiera otro metal.

6.° Triturando el riñón y tratando la parte formada con acetona y después con una mezcla a partes iguales de éter y cloroformo se obtiene al cabo de algunos días y previa evaporación, un sedimento que actúa sobre las placas fotográficas.

En nuestros trabajos llama la atención el hecho positivo de ser más intensa aquella reacción en los órganos procedentes de animales en la época del crecimiento y la marcha sensiblemente decreciente que a partir de la constitución definitiva del sujeto se nota en la intensidad del efecto escotográfico. Este hecho parece indicarnos una estrecha relación entre el crecimiento y desarrollo de los animales y aquella propiedad.

Muy difícil resulta el investigar esa relación desconociendo la naturaleza de los rayos productores del escotografismo; pero si aceptáramos su naturaleza como radiactiva, entonces pudiéramos pensar que los organismos van acumulando en los tejidos elementos radiantes procedentes del aire, de las aguas y de los alimentos que les son necesarios para regular la marcha de su desarrollo—de aquí la fuerte acción escotográfica del tiroides—y el exceso de aquellos elementos sería eliminado por el riñón.

Pasada la época del crecimiento total, a los treinta o treinta y cinco años, no siendo ya necesario aquella regularización, se irían eliminando por la orina. Así parece demostrarlo el hecho de que los cálculos procedentes de los niños no ofrecen acción escotográfica y los procedentes de adultos y de viejos poseen una fuerte reacción. También habla en favor de esta hipótesis los efectos de la radiactividad sobre los tejidos en vias de desarrollo, pues como hemos visto, las dosis ligeras producen un estímulo del crecimiento.

(1) Una colección de cálculos operados por el inolvidable maestro, Dr. Ribera, que existen en el Hospital del Niño Jesús.

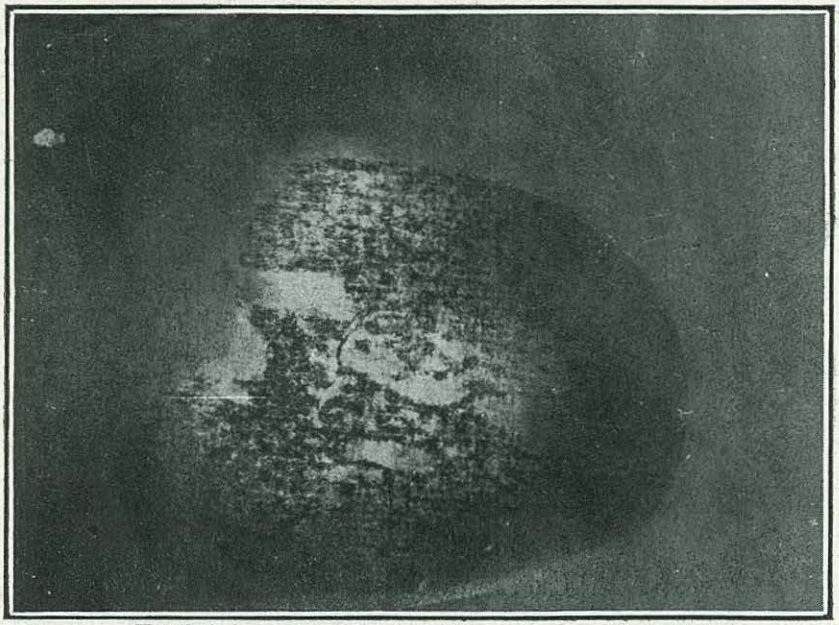


Fig. 19—Imagen escotográfica de un trozo de tiroides de ternera

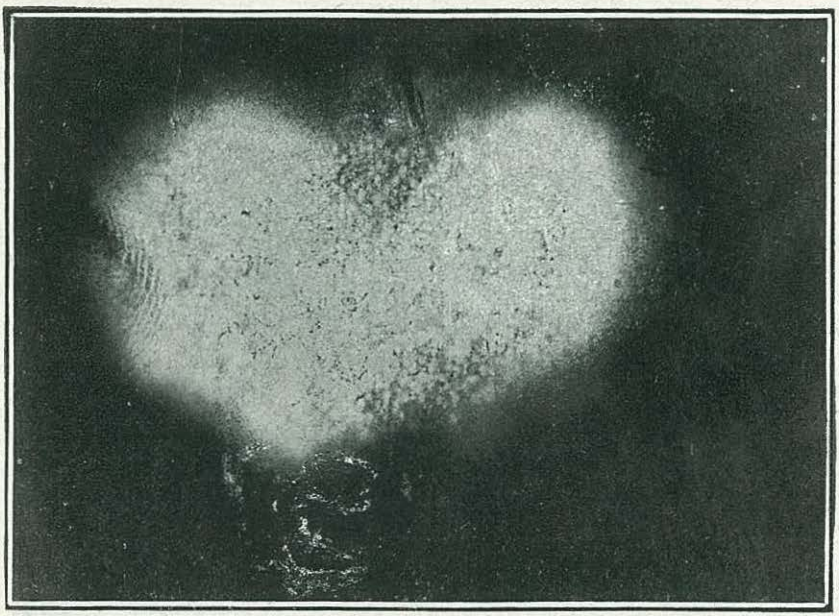


Fig. 20—Imagen escotográfica del riñón de un cordero joven

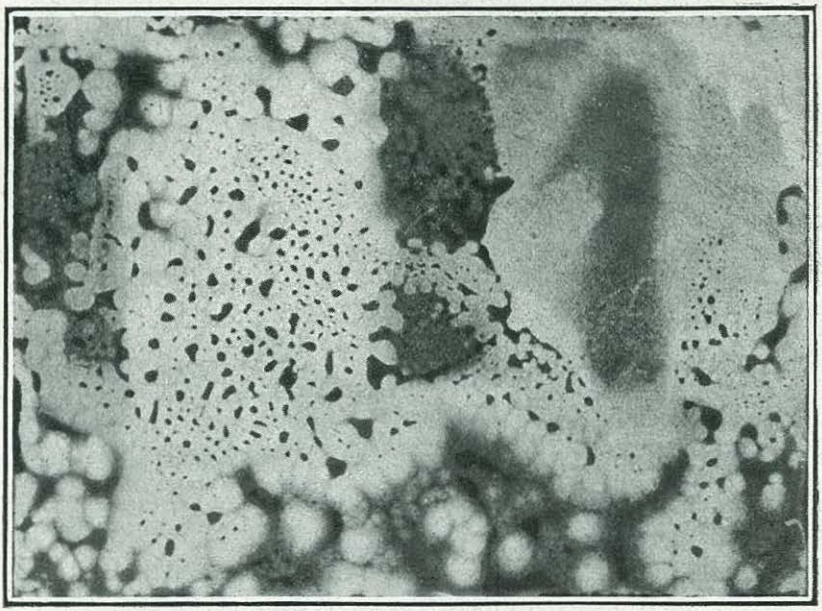


Fig. 21—Imagen escotográfica del sedimento de un riñón, previo tratamiento con acetona y éter. Colocado en frasco ordinario y fluorescido por la acción de 2 centigramos de bromuro de radio

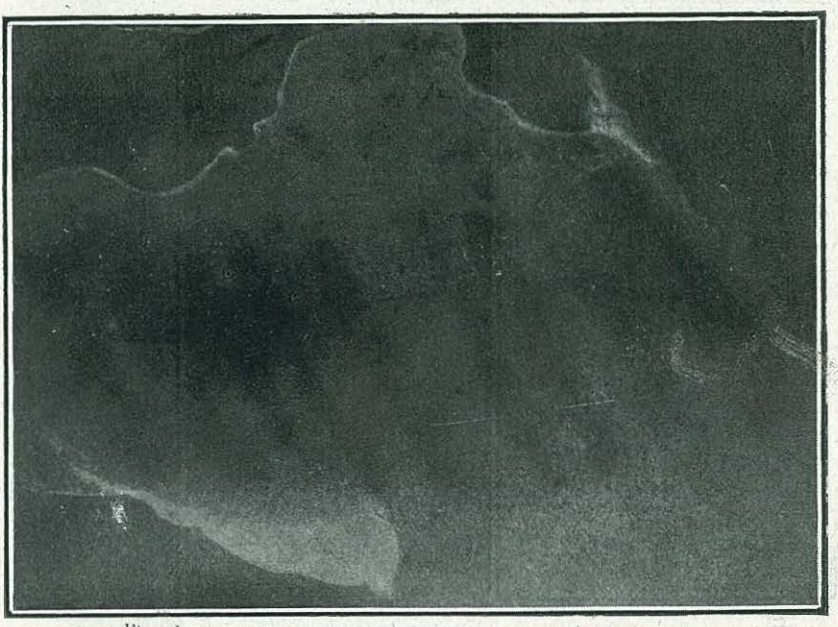


Fig. 22.—Impresiones escotográficas de un trozo de hígado de ternera

Ahora bien, los fenómenos escotográficos de los tejidos, según Sem Sauland que ha estudiado detenidamente esas producciones foto-activas, son independientes de la radiactividad debiéndose exclusivamente a reacciones químicas (formación del superóxido de hidrógeno).

Nosotros nos explicamos la acción del superóxido de hidrógeno cuando la placa fotográfica descansa sobre el tejido, pero no comprendemos bien esta acción cuando, como en nuestros trabajos, se hallan ocho o diez hojas de papel negro entre una y otro; mucho menos todavia en las impresiones fotográficas obtenidas con los cálculos vexicales (Barlow las obtuvo con un cálculo extraído hacía un siglo) pues en estos casos resulta difícil la intervención del superóxido de hidrógeno.

Es evidente que son necesarias nuevas investigaciones acerca de este curioso fenómeno.

PARTE TERAPÉUTICA

IX Emanoterapia

El campo de acción terapéutica de las substancias radiactivas se ha ido ensanchando a medida que fuéronse conociendo mejor sus propiedades físico-químicas y biológicas. Hoy día la Terapia del radio se ha enriquecido con el empleo del mesotorio, del torio X y del actínio y con un mejoramiento de técnica de aplicación, aprovechando de cada substancia radiactiva su condición físico-química especial que la capacita para el tratamiento de las dolencias humanas, objetivo principal de todos los descubrimientos científicos, pues como dice d'Arsonval, «en nuestro deseo de penetrar los secretos de la naturaleza se oculta siempre el sentimiento consciente o inconsciente de que el descubrimiento de un fenómeno nuevo nos permita más tarde o más temprano luchar victoriosamente contra la enfermedad».

Así pues, la condición física del radio de suministrar rayos penetrantes y un gas activo de relativa larga vida, ha permitido la utilización de ambas propiedades, actuando por ellas de una manera general sobre el organismo humano—*emanación*— y local, y exclusivamente sobre el sitio de aplicación—*rayos*— si bien en el primer caso se origina siempre una acción mixta debido a la formación de depósitos radiactivos que a su vez suministran radiaciones.

En el torio y en el actínio no es posible manejar prácticamente ambas cualidades radiantes y emanantes a causa de la fugacísima vida de sus emanaciones.

Esa utilización de las dos propiedades más salientes del radio, han dado origen a dos importantes ramas de la Terapia ra-

diactiva, la *Emanoterapia* y la *Radioterapia* o *Radiumterapia* como es más generalmente conocida. Cultivada la primera especialmente en Alemania y Austria, ha progresado la segunda en Francia, Inglaterra y los Estados Unidos.

Ahora, sólo nos ocuparemos de la Emanoterapia.

Esta rama terapéutica se ha desarrollado extraordinariamente en el espacio de muy pocos años, habiendo sido motivo de acaloradas discusiones y de numerosos ensayos experimentales con distintos vehículos cargados artificialmente de emanación.

Aún se discute vivamente lo relativo a las formas de introducción en el organismo, a las dosis y a los efectos fisio-patológicos de la emanación, habiéndose originado, por este motivo, dos escuelas en el campo del idioma alemán, representada una por His, Gudzent y sus discípulos y por Lazarus, Kemen, Wiechowski, Knaffl-Lenz, etc., la otra.

En el curso de este capítulo tendremos ocasión de apreciar las diferencias existentes entre esas escuelas.

Realmente las ventajas del método de introducción en el organismo humano de la emanación debían surgir de lo observado en las aguas minerales radiactivas, donde, desde tiempos remotos, se viene suministrando la emanación en numerosos estados patológicos, ya en bebida, inhalación, baños, etc., habiéndose podido apreciar diferencias en la eficacia de esos distintos procedimientos; pero en las aguas minerales actuan otros factores curativos y no se ha podido hacer pruebas experimentales exclusivamente con una gran cantidad de emanación como las realizadas con aguas a las que artificialmente se cargan de aquél gas.

Por todo esto es de necesidad el consignar los diferentes procedimientos de introducción de la emanación en el organismo, las ventajas e inconvenientes que ofrecen y los resultados logrados, siempre con medios e instalaciones artificiales, dejando para otro capítulo lo conseguido con las aguas medicinales y naturales.

Los métodos emaníferos han ido surgiendo de agregar emanación a los vehículos farmacológicos, hidroterápicos, pneumoterápicos, etc., de que se disponía antes del descubrimiento del radio; así Brausteim adicionando bromuro de radio a las sales

de bismuto con objeto de tratar los tumores malignos del estómago inició el procedimiento de ingestión; Loewenthal sirviéndose de una disolución acuosa de carbonato de bario radio colocado sobre un frasco de cristal con cierres de pergamino para evitar la pérdida de la emanación sentaba la base de los futuros emanatorios; Neusser preparando el primer baño cargado de emanación, metiendo dentro de un baño de agua ordinaria una bolsa de cuero que contenía mineral de uranio y alcanzando por este procedimiento una actividad de 30.000 unidades Mache ensayó con resultados favorables en enfermedades reumáticas y en la gota, aprovechó el método hidroterápico; también las aplicaciones tópicas, las inyecciones, en una palabra todos los métodos empleados para la introducción de los medicamentos han sido utilizados para llevar la emanación al organismo humano.

La dosificación de la emanación depende de la manera de aplicarse, por lo que haremos de ella mención al exponer los distintos métodos y procedimientos.

Procedimiento por inhalación. Emanatorios

Dado el carácter gaseoso de la emanación ningún procedimiento parecía más fácil para llevar aquélla al organismo humano, que por intermedio del aire respirable. Algunas investigaciones demostraron que por este método llegaba la emanación a los pulmones y a la sangre.

Por otra parte los datos recogidos en los establecimientos balnerios, donde, no sólo el agua que sirve para beber y el de las instalaciones atmiátricas, sinó también el aire que rodea a las fuentes, contiene una cantidad de emanación que influye poderosamente sobre el organismo enfermo, hicieron pensar en la conveniencia de suministrar la emanación por el mismo procedimiento, mediante aparatos especiales que podrían substituir en las ciudades y hasta en la casa de los enfermos aquellas favorables influencias de ciertas fuentes termales.

Tendrían estos aparatos la ventaja de variar a voluntad la dosis inhalada, elevándola o disminuyéndola según la observación médica en relación con las condiciones del enfermo, al mismo tiempo que le permite continuar sus ocupaciones ordinarias evitándose los dispendios propios de los viajes y estancia en los balnearios.

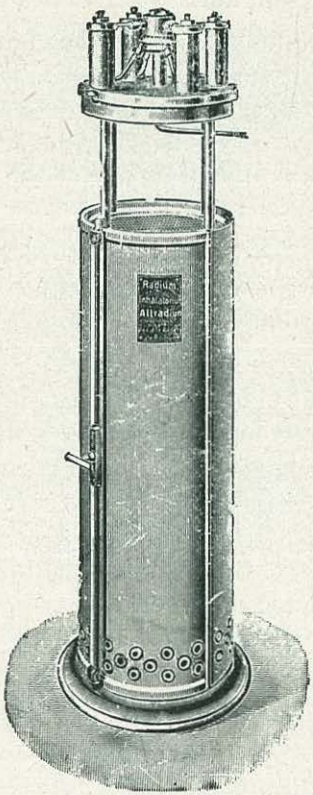


Fig. 23—Uno de los tipos de emanador más corrientes

Los primeros ensayos en esta dirección se deben a Loewenthal y Gudzen. Estos autores prepararon los llamados *emanatorios* cámaras, donde el aire respirable presenta un contenido de emanación de 2 a 4 unidades Mache por litro mediante una corriente de oxígeno que atraviesa una disolución de sal de radio y que por medio de un ventilador eléctrico es esparcida igualmente por el aire de la cámara de inhalación.

Un tipo de inhalador transportable, fué construído bajo la dirección de Bickel, en el cual respira el enfermo aire que se satura de emanación al paso por un frasco de Wulff donde se pone en contacto con agua fuertemente cargada de aquel gas. Hay dos variedades de este tipo, en uno, se pierde la emanación que el enfermo expira y en el otro, parte de esa emanación es recogida mediante un dispositivo apropiado para la expiración en otro frasco con agua.

Otro procedimiento consiste en radiactivar oxígeno comprimido (Lazarus). En un cilindro de acero que contiene 1.500 litros de oxígeno comprimido y una sal de radio, se obtiene la saturación por la emanación desprendida de esta sal después del cuarto día, calculándose en 100 unidades Mache de emanación por litro de oxígeno o sea 150.000 para la totalidad

del oxígeno del cilindro. El depósito activo de la emanación sobre las paredes del cilindro, se expulsa mediante una carga eléctrica positiva. Para que no se pierda la cantidad de emanación expirada por el enfermo, tiene una disposición especial el aparato que le permite utilizar aquella emanación para enriquecer el aire que se ha de inspirar. Varios ensayos realizados, calculan en 500 unidades Mache la cantidad de emanación que circula en la sangre al cabo de una hora.

Otros muchos procedimientos de inhalar la emanación han sido ideados (Procedimientos de Kohlrausch, Sommer, Liebenthal, Bulling, Bennewitz, antigua Sociedad española del Radio, etc.), pero nos creemos relevados de su descripción, unos, porque no se usan ya, otros, por estar fundados en los métodos que hemos descrito.

Todos ellos tienen lugar mediante aparatos donde el enfermo, por una boquilla más o menos complicada con careta o sin ella y aprovechando o desperdiciando la emanación expirada, respira aire cargado de emanación y añadido de oxígeno.

Las inhalaciones con estos aparatos, eran completamente personales por lo que resultaba caro su uso y poco cómodo en hospitales, clínicas y sanatorios donde existen muchos enfermos necesitados de ellas, por eso se pensó en recibir la inhalación dentro de una cámara capaz para varias personas análogamente a lo que se hacía y se hace aún en los vaporarios de algunas fuentes termales. Este fué el origen de los llamados *emanatorios*, donde con la misma cantidad de emanación puenen ser tratadas varias personas al mismo tiempo.

Claro es que una uniforme distribución de la emanación y la estancia durante cierto tiempo de varias personas dentro de una cámara relativamente pequeña exige, para alcanzar éxito, ciertas condiciones a llenar, sin las cuales ofrecerían serios perjuicios estos emanatorios. Las condiciones que deben llenar son las siguientes: (Loewenthal) 1.° Suministrar la conveniente emanación y el oxígeno necesario; 2.° absorción del ácido carbónico expirado; 3.° regularizar el calor y evitar el exceso de vapor acuoso.

Estas condiciones se realizan de la siguiente manera:

El aparato emanador se coloca en el centro de la cámara y

según el número de personas se da salida a mayor o menor corriente de oxígeno. Para que tenga lugar una mezcla proporcional de aire, emanación y oxígeno en la atmósfera de la cámara, se agita el aire mediante un ventilador eléctrico y se absorbe el ácido carbónico y el vapor de agua por la cal. De esta manera es posible respirar en una cámara de 10 metros cúbicos

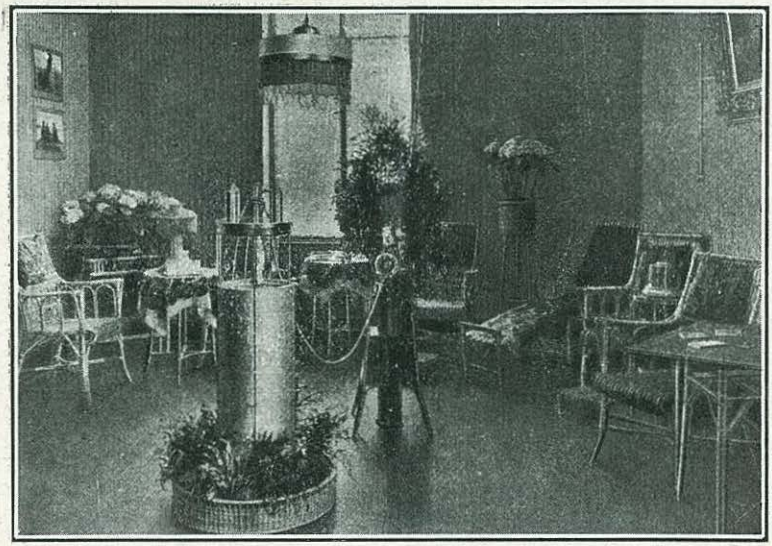


Fig. 24.—Un tipo de emanatorio.—Wiesbaden

de seis a diez personas durante tres o más horas, sin molestia alguna.

Los emanatorios deben estar completamente cerrados y no ser muy grandes, sobre todo no muy altos, a fin de que la cantidad de emanación necesaria para la saturación del aire no sea muy elevada.

Por lo demás, todos los emanatorios que hemos visitado en Alemania y Austria, son habitaciones corrientes, donde estéticamente y entre flores, se quiere disimular la presencia de los aparatos.

Las ventajas que ofrecen los emanatorios sobre los demás métodos de Emanoterapia, estriban: 1.°, en una exacta dosifica-

ción del tiempo y cantidad de la emanación inspirada; 2.°, en haber conseguido con ellos los resultados más intensos que hasta ahora ha proporcionado el tratamiento emanoterápico; 3.°, que puede ejercer su beneficiosa acción en enfermos débiles o de movimientos dificultados y en los cuales la cura en balnearios es difícil o imposible; 4.°, que resulta muy económico, por lo que es el método a escoger por este solo hecho en hospitales, sanatorios, etc.

Para el perfecto funcionamiento de estos emanatorios da Loewenthal una serie de reglas de las cuales extractamos las más importantes. La cámara del emanatorio no debe ser muy grande, sino lo suficiente para estar holgadas y cómodas el número de personas que corresponda. Se puede utilizar para ocho personas una cámara de 10 metros cúbicos sin temor a perjuicios para su salud. En una cámara de 4 por 5 metros de base y 13 metros de altura se pueden admitir hasta veinte personas. En estas dimensiones de la cámara del emanatorio se hace indispensable una regularización del aire de la cámara. Hay que tener en cuenta que una persona expira durante dos horas 44 litros de ácido carbónico, lo que hace 880 litros para veinte personas, por lo que en un emanatorio de las dimensiones anteriores o sea de unos 60 metros cúbicos, contendría al cabo de las dos horas 1,48 % de ácido carbónico. Siendo el contenido normal del aire 0,04 % y sabiendo por el resultado de gran número de experiencias que una concentración de ácido carbónico de 1 % es suficiente para producir fenómenos de intoxicación. De aquí la necesidad de purificar el aire de la cámara del exceso de ácido carbónico con abundante provisión de cal. Con este medio se evita también el exceso de vapor de agua, manteniendo éste en las proporciones casi normales.

Hay necesidad también de pensar que varias personas reunidas durante algunas horas en una habitación completamente cerrada, elevarán la temperatura de la habitación y disminuirán el oxígeno del aire. Ambos inconvenientes son subsanados respectivamente, por refrigerados con hielo y por corrientes de oxígeno procedentes de una bombona llena de aquel gas.

Respecto al contenido de emanación de la cámara debe saberse que adquiere su valor máximo al cabo de diez minutos por lo que, después de este tiempo, no se debe abrir la puerta

a fin de evitar la pérdida de la emanación conviene también, de cierto en cierto tiempo, medir el valor de la emanación en la cámara con objeto de asegurarse del buen funcionamiento del aparato en lo que se refiere al suministro de emanación. Un fácil instrumento para uso médico, con el que se determina rápidamente el contenido de emanación en la cámara, es el emanóscopo de Loewenthal.

Las dosis para el comienzo del tratamiento parece ser suficientes las cifras de dos a tres unidades Mache por litro de aire, (160 a 320 voltios aproximadamente). Ya veremos más adelante las controversias que esto ha originado y el juicio que nos merecen con respecto a nuestra práctica.

Una cuestión que ha dado lugar a las más acaloradas discusiones es la referente al contenido de emanación en la sangre de los sujetos que respiran durante varias horas dentro de un emanatorio. Teniendo en cuenta que la emanación se comporta en todo momento como un gas indiferente, al llegar a los pulmones y ponerse en contacto con la sangre se disolverá en ella con arreglo a leyes de los gases; es decir, que la absorción del gas dependerá esencialmente de la presión del aire (ley de Henry) y en la mezcla de gases será proporcional a las presiones parciales (ley de Daltón). Pero también se puede admitir la posibilidad de que tenga alguna afinidad química para la sangre o para algunos de sus componentes, como la tiene el oxígeno para la hemoglobina, formando combinaciones más o menos inestables que la liberen en parte de aquellas leyes.

Tal cuestión ha sido por Gudzent, asistente a la clínica de His, ampliamente tratada y previos numerosos ensayos en conejos y en personas, afirma que el contenido de emanación en la sangre de los sujetos que respiren dentro de los emanatorios es superior a la cifra que expresa el coeficiente de absorción de aquel gas. A las dos o tres horas de estancia en la cámara ofrecen los enfermos un aumento del contenido de la emanación en la sangre como siete veces más grande que el contenido en el aire inspirado.

Gudzent, supone por tanto, que durante la permanencia del enfermo en el emanatorio la cantidad de emanación contenida en la sangre aumenta lentamente y que ya a los quince minu-

tos se establece un equilibrio entre ese contenido y el que lleva el aire inspirado para alcanzar a las dos horas el cuádruple y el séptuple a las tres horas.

Esta opinión fué vivamente combatida por Lazarus, quien no pudo apreciar aquel aumento, así como tampoco Marckwald y Kionka, afirmando estos autores que la absorción de la emanación por la sangre seguía las leyes conocidas de los gases. También Straburger, Kemen y Wiechowski son del mismo parecer.

Plesch, demostró que la emanación en los ensayos *in-vitro* se disuelve en la sangre como el nitrógeno, en relación a su presión parcial y coeficiente de absorción, alcanzando este último a la temperatura del cuerpo la cifra aproximada de 0,2, un 10 % más baja por consiguiente que el mismo coeficiente de la emanación en el agua.

No encuentra Gudzent en estos datos un fuerte argumento contra sus deducciones, pues considera los hechos de una manera muy distinta según se realicen en el tubo de ensayo o en el organismo animal y puede muy bien suceder, dice, que la emanación sea absorbida por los glóbulos rojos y blancos análogamente a lo que pasa con el carbón finamente pulverizado o con la porcelana, teniendo en su apoyo el fenómeno observado por Bennewitz de la acumulación de la emanación en soluciones de ácido salicílico coloidal.

Probablemente las diferencias encontradas entre los experimentadores se deben exclusivamente a diferencias de método experimental y es de esperar se llegue pronto a un acuerdo definitivo. Esto tiene importancia desde el punto de vista terapéutico porque en ello estriba la elección de método para llevar al cuerpo humano la emanación.

De todas suertes, sea mayor o menor la cantidad de emanación que llegue a disolverse en la sangre, *per inhalatione*, será arrastrada por el torrente circulatorio penetrando en la intimidad de ciertos órganos y tejidos al mismo tiempo que, sometida a la ley de su proceso destructivo se irá transformando, con desprendimiento de α, en sus productos de desintegración (radio A, B, C, y D).

Un especial interés y objeto de acaloradas discusiones ha ofrecido el radio D. Fundamentado en los trabajos de Hahn según los cuales se asigna al radio D una emisión de rayos β de

una capacidad de penetración insignificante y en que también es el producto de la emanación de más larga vida (15 años), supone Gudzent que ese radio actúa sobre el monourato de sosa transformándole en un cuerpo facilmente soluble y destruyéndole hasta la formación de ácido carbónico y amoniaco

Por el contrario, las investigaciones realizadas por Lazarus y Kerb no aceptan esa transformación. Sus ensayos con el radio D fueron hechos *in vitro* y vieron que el urato de sosa no sufría cambios por su acción, explicándose los resultados conseguidos por Gudzent por defecto de esterilización de los medios empleados, ya que algunas bacterias y mohos producen aquella transformación que se atribuía al radio D.

Lipliawsky y Lungwitz argumentan que de ser cierta la acción que Gudzent asigna del radio D, el agua de las fuentes medicinales, por ejemplo, la embotellada que ha perdido la emanación, quedando sólo los productos de su destrucción, entre ellos el radio D, debía de ser más eficaz que la recientemente emergida y como sabemos, ocurre siempre lo contrario.

La ulterior transformación del radio D en radio F desarrolla tan mínima energía que lo probable es qne no ejerza grandes acciones biológicas.

Una hora después de salir los enfermos del emanatorio no es posible ya encontrar en su sangre indicios de emanación, lo cual indica lo rápidamente que se elimina. Esta eliminación tiene lugar especialmente por los pulmones y es tanto más rápida cuanto más ejercicio haga el enfermo, lo cual depende de la mayor rapidez de la circulación cuando el indivíduo se mueve, que cuando se halla en reposo. (Plesch.)

Este es uno de los argumentos que esgrimen los detractores del método inhalatorio suponiendo que tiene que ser muy ligera la impregnación del cuerpo humano por la emanación mediante ese procedimiento, ya que la principal puerta de salida es el pulmón y apenas es recibido aquel gas cuando ya se está eliminando. No sucede lo mismo con la emanación que llega al cuerpo por el tubo digestivo, pues necesita para ser eliminada por el pulmón recorrer todo el sistema circulatorio, pudiendo por ese motivo impregnar fuertemente los órganos y tejidos.

La mayor parte de la emanación introducida en el organismo, es como decimos, eliminada por los pulmones; otra queda en la intimidad de ciertos tejidos y órganos formando depósitos activos y otra parte es lanzada al exterior por la piel, sudor, saliva, glándulas lácteas, riñón e intestinos.

De todos estos emuntorios de la emanación ha sido la orina motivo de numerosos ensayos y de grandes desacuerdos entre los experimentadores. Elster y Geitel demostraron que sólo una mínima parte se elimina por la orina,

Loewenthal después de una serie de medidas de la cantidad de emanación eliminada por la orina llegó a calcularla en una milésima de la cantidad total introducida en el organismo.

Otros investigadores como Riedel, Nagelschmidt, Plate, Kohlrausch, etc., han observado en sus ensayos resultados totalmente negativos o por lo menos inconstantes respecto de la eliminación de la emanación por la orina. Hay que tener en cuenta que los procedimientos usados han sido distintos, lo mismo en la forma de introducir en el organismo la emanación (inhalación, bebida, baño, iontoforesis, etc.) que en el método de medida empleado.

Depurando el resultado de los distintos ensayos, se puede aceptar: 1.°, que la emanación se elimina en parte por la orina sea cual sea el modo de su introducción en el cuerpo humano; 2.°, que si sobre este punto no se ha llegado a un acuerdo definitivo, obedece a la especulación que hacen los partidarios de uno u otro sistema por querer encontrar en este detalle, como veremos bajo el epígrafe siguiente, un argumento en favor de su método favorito.

Procedimiento por bebida

Es el clásico procedimiento usado en las fuentes minerales y su eficacia es innegable, ya que el tiempo y copiosas observaciones clínicas lo han sancionado. ¿Sucederá, sin embargo, lo mismo con la emanación?

Ya hemos dicho que existen respecto a los métodos de llevar la emanación al cuerpo humano dos escuelas, representada una por His, Gudzent, Loewenthal, etc., quienes son partidarios de la inhalación, creyendo deficientes los restantes métodos y la otra por Lazarus, Kemen, Saubermann, Lipliawsky, Lungwitz y otros muchos que son defensores del método de bebida, al que suponen como único eficaz.

Los partidarios de uno y otro método han llevado al debate, de manera tan viva y acalorada los argumentos en favor de las ideas por ellos defendidas, que han querido erigir sus métodos sobre las ruinas del contrario.

La cuestión radica en saber si la eficacia de la emanación depende de la mayor impregnación del organismo por este gas y de la más prolongada estancia en él. Esta cuestión se da como resuelta en sentido afirmativo y de aquí surgen los argumentos para demostrar qué método permite la mejor difusión de la emanación en el cuerpo humano y la mayor permanencia.

Los partidarios del método de bebida aducen en su favor el hecho de que por este medio se deja en los tramos digestivos un depósito que contiene la emanación, la cual puede ser incorporada a la sangre haciendo un enorme recorrido hasta su eliminación y por lo tanto puede muy bien impregnar al organismo. Esto, dicen, no sucede con la inhalación, pues en cuanto sale el enfermo del emanatorio queda interrumpida la introducción de aquel gas radiactivo, necesitando además para conseguir una intensa y fugaz impregnación permanecer den-

tro de la cámara de inhalación muchas horas. Y esto resulta molesto y obliga a estar juntos varios enfermos probablemente desconocidos, a respirar un aire siempre algo viciado y a perder muchas horas que pueden ser necesarias para el trabajo.

Con la bebida no sucede así; el enfermo toma varias veces al día 200 grs. de líquido a tragos y a estómago lleno y no tiene que someterse a todas las demás molestias de la inhalación.

Por el contrario, los partidarios de la inhalación creen superior su método al de bebida porque en éste no se incorpora la emanación a la circulación general, sino que por vía venosa y linfática llega al corazón derecha y de aquí a los pulmones, donde es eliminada. Según His y Gudzent la emanación bebida es rápidamente eliminada del cuerpo a los movimientos respiratorios.

Estas apreciaciones han dado lugar a una serie de ensayos con objeto de poner en evidencia el error en que se hallan basadas. Kemen ha realizado algunas investigaciones respecto de la cantidad de emanación que circula por la sangre según el método empleado para su introducción en el organismo, habiendo determinado que la emanación introducida por ingestión se encuentra en la sangre arterial independientemente de la cantidad ingerida. Otras experiencias de Strasburger tienden a demostrar que la cantidad de emanación que llega a la sangre por el procedimiento de bebida, sólo un 60 % aparece en el aire de los alveolos pulmonares para ser eliminada, lo que significa que el 40 % queda incorporada al líquido sanguíneo.

Numeros ensayos de Eichholz y Kemen añaden otros detalles en favor del método de bebida, (mayor cantidad de emanación y permanencia más prolongada en la sangre del referido gas) sobre todo el primero de estos autores que ha ensayado sistemáticamente con objeto de comprobar ventajas e inconvenientes de los distintos métodos. Sus resultados son los siguientes: (Lipliawsky y Lungwitz.)

1.° La introducción de la emanación en la sangre y su eliminación del organismo, en el método de bebida, se retarda tomando una pequeña cantidad de agua (20 a 100 grs.) y a estómago lleno.

2.° Por el contrario se aceleran aquellos actos con gran cantidad de agua (500 a 1.000 grs.) y a estómago vacío.

3.° En consideración de estos hechos, se puede regular la introducción de la emanación por bebida, determinando el tiempo necesario para cargar la sangre de aquel gas y en la más eficaz dosis.

4.° La introducción de la emanación por bebida permite el total aprovechamiento sin pérdidas dignas de mención de la cantidad ingerida.

5.° El método inhalatorio cuenta con positivos resultados terapéuticos, pero comparado con el método de bebida es más caro y más molesto.

6.° La aplicación de la emanación en forma de clister (1.000 a 2.000 unidades Mache en 200 grs. de agua) está indicada en las enfermedades de los organos de la pelvis y en el estreñimiento.

7.° Para la dosificación de la bebida hay que tener en cuenta que el estómago se halle lleno o vacío. En el estómago lleno se ha de elegir una dosis considerablemente mayor que para un estómago vacío. En este último caso, las altas dosis deben ser suministradas con sumo cuidado.

Según Strasburger, la introducción de la emanación en el duodeno de los animales de ensayo, da lugar al paso de aquel gas a la sangre arterial, lo cual es demostrable al cuarto de hora y con gran intensidad tres cuartos de hora después.

En apoyo del método de inhalación se ha dicho que se forma sobre la piel en los indivíduos que permanecen algún tiempo en los emanatorios, depósitos activos procedentes de la destrucción de la emanación, los cuales estimulan por sus rayos sobre la piel al cuerpo entero, mientras que en el método de bebida quedan retenidos en el interior del organismo.

Donde principalmente se ha creído encontrar un fuerte argumento en favor del método de bebida ha sido en los análisis de aire expirado. Spartz y Strasburger han confeccionado varias curvas con los resultados de los análisis del aire expirado en los indivíduos que habían seguido uno u otro método de introducción de la emanación, y demuestran con ellas que la actividad del aire expirado es mucho mayor cuando la emana-

ción ha sido ingerida que cuando ha sido inhalada. A esto responde Loewenthal, fundándose en los trabajos de Plesch, que es muy natural que el aire expirado por los individuos que ingirieron emanación contenga mayor cantidad de gas que los que la inhalaron, puesto que en el primer caso no circula por todo el sistema arterial sino que por la vena cava, corazón derecho y pulmones es totalmente eliminado.

A nosotros nos parecen todas estas discusiones demasiado exageradas y tendenciosas pues falta saber: 1.°, si la eficacia de la emanación depende de la mayor o menor cantidad que se incorpore a la sangre; 2.°, si sólo el contacto con la sangre es suficiente para producir en ella los estimulos que se admite produce la emanación sobre los organismos o si por el contrario es necesario una larga permanencia en ella para conseguir esos efectos; 3.°, si puede admitirse respecto a la toma de la emanación un método puro; a nosotros, nos parece siempre mixto; 4.°, que el único juez en estos pleitos está representado por el resultado clínico, el cual nos dice la posibilidad de ejercer la actuación radiactiva con cualquier método (Resultados en emanatorios, fuentes minerales, aguas cargadas de emanación, baños, etc.); 5.°, que dados los conocimientos actuales que poseemos respecto de estos puntos, no se puede aceptar sin reservas la supremacia de tal o cual método.

La cura en bebida se realiza mediante ciertos preparados de radio y aparatos especiales que le contienen. Es de resaltar aquí el industrialismo extraordinario desarrollado alrededor de todo lo que a radio se refiere. Numerosas sociedades y compañías han preparado aguas, medicamentos y preparaciones diversas, nada baratas, de las cuales hay que desconfiar pues no llenan las condiciones exigibles en un tratamiento radiactivo.

Realmente no debe aceptarse aparato ni preparación de ninguna especie que no lleve el certificado de garantía de los grandes laboratorios de Radiactividad.

Respecto a la dosis resulta dificilisimo dar una idea general y es todavía uno de los punto más obscuros de la emanoterapia. Desde luego debemos aceptar la idea de que las dosis pequeñas, por ejemplo las que suministran las aguas radiactivas más débiles, sólo tiene eficacia cuando se administran con

las aguas de las fuentes minerales e ingeridas en la misma fuente.

Por lo demás, la dosis varía según la substancia utilizada, según las propiedades físicas y químicas del producto y según la forma de administración y la naturaleza del caso patológico.

Los depósitos activos originados por la desintegración de la emanación parece que tienen lugar, según recientes trabajos, en los huesos y en la médula. Esto abre un nuevo camino a la Terapia del radio como tendremos ocasión de hacer notar en la parte clínica.

Baños de Emanación

Todo cuanto llevamos dicho respecto de los métodos de inhalación y bebida surge aquí al considerar como penetra en el organismo la emanación cuando se administra en forma de baño.

Desde luego hay que pensar que la piel por su capacidad respiratoria, demostrada por lo que al oxígeno y al ácido carbónico se refiere, podrá servir de puerta de entrada a la emanación, tanto más, cuanto que ésta se comporta en todo momento como un gas. Habrá que pensar igualmente que el individuo que se sumerge dentro de un baño radiactivo inhala la emanación que de él se desprende al mismo tiempo que sufre por todo el cuerpo la influencia sutil de los rayos emitidos por los depósitos activos del agua. En todo caso la unión de estos factores podrá explicarnos, si uno solo nos parece insuficiente, la positiva influencia que ejerce el baño radiactivo sobre el organismo humano.

Velain dice haber oido a Curie la frase siguiente: «Para que un bañista pueda beneficiarse en la más grande medida de la radiactividad de un agua mineral es indispensable que multiplique en el baño de este agua todos los movimientos de su cuerpo». Esto parece indicar la creencia por parte de Curie en la

acción mixta del baño, pues la multiplicación de movimientos hará más intensos los movimientos respiratorios y permitirán también el mayor desprendimiento de emanación favoreciendo con ello la inhalación de ésta, al mismo tiempo que recibe por la piel mayor número de choques excitando de esta manera su función.

Por lo demás se muestran aquí los partidarios de uno y otro sistema igualmente desacordes. Unos consideran la influencia del baño radiactivo como resultado de la emanación inhalada; otros no admiten esa probabilidad por creer que sólo una mínima parte de emanación pasa al aire. Así Kemen y Mesernitg encontraron en un baño salino de 200 litros un contenido de emanación de 116 unidades Mache por litro antes de sumergirse el paciente y una hora después este mismo baño ofrecía un contenido de 108 M. E. La diferencia como se ve es tan pequeñísima, que no puede atribuirse a la emanación inhalada con el aire respirable los efectos del baño.

Por otra parte unos aconsejan la quietud del enfermo en el baño y otros que haga rápidos y constantes movimientos; quienes admiten la posibilidad del paso de la emanación a través de la piel, quienes otros la niegan en absoluto, considerando el baño radiactivo como una modificación de la forma inhalatoria (*eine modifizierte Inhalationsweise.* Loewental).

Los estudios de Engelmann y Strasburger aclaran a nuestro juicio la cuestión. Estos autores prepararon un baño radiactivo de 12.000 a 15.000 unidades Mache y en el cual el enfermo respiraba por medio de un tubo el aire de fuera de la cámara del baño. En estas condiciones era imposible inhalar emanación y sin embargo el enfermo presentó después del baño aquel gas en el aire expirado. Este ensayo prueba claramente que la emanación pasa a través de la piel. Falta saber si la cantidad que atraviesa la cubierta cutánea es suficiente para ejercer una eficaz acción. Algunos autores lo niegan, pero es indudable que esas pequeñas cantidades representan energías especiales capaces de producir las más variadas excitaciones en el organismo humano.

También se ha puesto en duda el efecto radiante que puede experimentarse, dentro del baño, por los depósitos activos de la destruída emanación. Estos depósitos formados como sa-

bemos por el radio A, B, C y D, suministran las tres clases de rayos, los cuales pueden actuar sobre la piel produciendo excitaciones especiales que serían traducidas por estímulos de función celular.

No cabe duda que con los baños como con todos los procedimientos emanoterápicos no debe esperarse encontrar en un solo efecto la influencia de la emanación sobre el organismo animal. Es siempre una suma de acciones, tanto más complicadas cuanto que la sola presencia de la emanación y de sus productos da al vehículo una condición de energía que le faltaba y ambos a los líquidos orgánicos la suma de sus condiciones.

Y es que las cuestiones biológico-radiactivas se quieren ver especialmente del lado físico-químico y farmacológico y esto nos parece una tendencia equivocada. La cuestión de radiactividad es una cuestión de energía y como tal no deben buscarse las pruebas de sus actuaciones en combinaciones químicas, en acumulo de cantidades, ni en estancias prolongadas; debe encontrarse en motivos de presencia que dotan a las células y humores de propiedades activas representadas por estímulo de función.

Los depósitos activos de la emanación actúan indiscutiblemente sobre la piel humana. Dotados de las tres clases de rayos equivalen, suministrados por intermedio del baño general, a un enorme aparato radiante de débil intensidad que actúa sobre todo el cuerpo.

Se han hecho ensayos para elevar la producción de esos depósitos, especialmente por los médicos de Kreuznach, Aschoff y Hasse, valiéndose para ello de la descarga de un potencial electronegativo sobre la piel.

Utilizan para esa descarga el baño de aire cargado radiactivamente y también el baño de agua. En uno y en otro pudieron comprobar los citados autores un reforzamiento de los depósitos radiactivos, mucho mayor en el baño de aire, donde representa el cuádruple del formado sin la descarga eléctrica.

La combinación de la electricidad a los procedimientos radiactivos ha de originar algunos métodos eficaces en el tratamiento de muchas enfermedades.

Procedimiento ionoterápico

Fundamentado en trabajos anteriores de introducción por el método electrolítico en los tejidos cutáneos y subcutáneos de litina, pilocarpina y cocaina, inició Haret una serie de ensayos con objeto de introducir en el organismo el *ion* radio sin efracción de los tegumentos.

Los resultados de esos trabajos fueron expuestos por Beclere a la Academia de Medicina de París en 1911, no sin que el profesor Bartolotti de Turin solicitara, muy justamente, la prioridad de la aplicación del método ionoterápico con los lodos radiactivos, cuyos ensayos fueron motivo de una comunicación al Congreso internacional de Electrología y Radiología tenido lugar en Barcelona el año 1910.

Más completos sin embargo los trabajos de Haret en colaboración de Danne y Jaboin, han permitido deducir cierto número de conclusiones, que da caracter científico al procedimiento. Estas son:

1.ª El radio pasa a los tejidos subcutáneos por iontización.

2.ª La iontización es necesaria para conducir el radio sin efración de la piel a los tejidos subcutáneos.

3.ª La iontización es suficiente para llevar el radio a la profundidad de los tejidos subcutáneos independientemente de la circulación sanguínea.

4.ª El radio por iontización penetra en cantidades apreciables, y por lo menos, nueve centímetros de profundidad.

5.ª La estancia del radio introducido por iontización en los tejidos subcutáneos persiste durante bastante tiempo y permite la acumulación de dosis suministradas en varias sesiones y con varios días de intervalo y de esta acumulación se pueden esperar resultados terapéuticos.

6.ª Que los efectos de esta iontización no son nocivos para los animales de experiencia.

En este método se coloca en la región enferma el eléctrodo positivo sobre una compresa empapada de la disolución de radio y se deja pasar una corriente de 10 miliamperios y durante diez a veinte minutos por sesión. Estas pueden hacerse cada tres o cuatro días o con menos intervalos.

Nosotros practicamos este método durante el año de 1911 siguiendo las instrucciones de Haret (20 microgramos de bromuro de radio disuelto y corriente de 16 miliamperios) en varios casos de tumores obteniendo resultados poco satisfactorios. Otros autores como Kohlrausch, Mayer, Zinmer y Fabre obtuvieron por medio de la cataforesis beneficiosos resultados en las artritis. (Baño de veinte minutos duración, intensidad de corriente de 4.000 a 5.000 miliamperios y tensión de 60 a 65 voltios.) Tambien Schnée consiguió favorables efectos en artritis crónicas y en las tabes por medio de la cataforesis de la emanación en baños de celdas. Todos estos resultados se reducen a disminución de dolores y de inflamación, sin haberse conseguido hasta ahora resultados totalmente curativos.

Es de esperar, sin embargo, que la combinación de los procedimientos electroterápicos a los radiactivos den en el porvenir resultados más lisonjeros.

Procedimiento por inyección

Las sales de radio han sido también introducidas en el organismo humano por inyección. Desde este punto de vista hay que distinguir dice Wickhan las sales solubles de las sales insolubles.

Respecto a las primeras el mismo afamado radiunterapéuta inició esta forma de tratamiento en un enfermo de lupus vulgar valiéndose de una solución débil de radio en agua destilada (1 microgramo por centímetro cúbico). Después utilizó otra solución fuerte (10 microgramos por c. c.), obteniendo una mejoría apreciable.

También Braunstein inyectó agua radiactiva en diversos tumores y Strebel carbón radiactivado. Modernamente se han incorporado las sales de radio a la mayor parte de los medicamentos habiendo numerosos inyectables con los cuales se quiere actuar como medicación ordinaria y como tratamiento radiactivo.

En todos estos casos de inyección de sales de radio se forman depósitos en el tejido subcutáneo que constituyen fuentes constantes de emanación; claro que al tratarse de sales solubles estos depósitos serán incorporados a la circulación y eliminados pronto. No sucederá lo mismo con las sales insolubles (el sulfato es el más empleado) las cuales permanecen, como han demostrado Dominici y Faure-Beaulieu, dentro de los tejidos mucho tiempo. Jaboin encontró emanación en la orina de un caballo seis meses después de haberle inyectado un miligramo de sulfato de radio en 250 c. c. de suero fisiológico.

Las inyecciones de sales insolubles tienen el inconveniente de que son dolorosas.

Chevrier ha estudiado los efectos locales de estas inyecciones y ha encontrado buenos efectos en las inflamaciones blenorrágicas y en el proceso de cicatrización. Atribuye un poder excitante a las débiles dosis de radio y de ahí deduce las indicaciones. Aschoff y Czerny prepararon una disolución isotónica de cloruro sódico adicionada de sales de radio insolubles.

Numerosísimos son hoy los preparados inyectables que llevan sales insolubles de radio o emanación. Nosotros no podemos aquí hacer crítica extensa de todos ellos por lo que debemos limitarnos a exponer ciertas reservas para su empleo en atención al exceso de industrialismo que predomina en esta materia.

Sin embargo, Renon y Marie después de numerosos ensayos en una cantidad crecida de enfermos tratados por una solución de suero isotónico conteniendo en suspensión sulfato de radio, concluyen diciendo: que las inyecciones de radio subcutáneas, intramusculares, intravenosas, peritoneales, etc., son inofensivas; que no son dolorosas, pero que su acción terapéutica es muy discutible.

Los preparados de radio, como dijimos más arriba, son numerosos y entre los más conocidos se encuentran los tubos de *radiógeno* de la Sociedad de Charlottenburger, que contienen 2 c. c. de una emulsión al 2 % de carbonato de bario-radio en parafina líquida con subnitrato de bismuto. Las ampollas de *radiol* de Kreuznach, las cuales se componen de una mezcla de radiol, gelatina, cloruro sódico y agua. Ampollas de sulfato de radio de Jaboin, Karbo-Radiogen, etc., etc.

Otro gran número de preparados en forma de pomadas, polvos, lociones, pastillas, etc., ha puesto la industria en manos del médico, así como también se han radiactivado medicamentos como la quinina, mercurio y otros.

Todos ellos necesitan la sanción de la práctica clínica, aun cuando para algunos se ha mostrado ésta totalmente en contra.

Para terminar con estos vehículos de llevar la radiactividad al organismo humano, diremos algunas palabras respecto a los lodos.

Desde tiempo inmemorial se usan los lodos de ciertas fuentes termales en el tratamiento de algunas enfermedades, especialmente en artropatías crónicas y rebeldes. Teniendo en cuenta que la mayoría de esos lodos son radíferos, es decir, que llevan sales de radio, se pensó que gran parte de sus efectos curativos pudieran ser debidos a esas sales y en la posibilidad de substituirlos con preparaciones artificiales radiactivas.

Entre éstos los llamados lodos actiníferos, producidos como resíduos de la fabricación del radio, han sido los mejor estudiados, especialmente por Claude, quien ha hecho detenidos trabajos experimentales y ensayos en enfermos de reumatismo crónico deformante, reumatismo gonocico y otras manifestaciones reumáticas con resultados muy satisfactorios.

Nosotros también hemos utilizado con mucha frecuencia esta clase de lodos en diversas artropatías con éxitos muy lisonjeros, lo que nos hace presumir en una prolongada estancia de ellos dentro de la Terapéutica.

Series del Torio y Actinio

Desde el punto de vista terapéutico la serie del torio nos ofrece como substancias utilizables el mesotorio, el radiotorio y el torio X.

Esta utilización como hemos dicho en otro lugar se deriva de sus propiedades físico-químicas y especialmente de la duración de su vida. Así el mesotorio se emplea solamente por su condición radiante, el torio X se utiliza también por la radiación y como substancia madre de la torioemanación en medicina interna y el radiotorio sólo en esta última.

Ahora sólo nos corresponde hablar del empleo en Medicina interna, surgiendo ante nosotros inmediatamente los muchos puntos obscuros que hemos dejado al tratar del radio, a pesar de los numerosos trabajos realizados por sabios de todos los países y del tiempo transcurrido, y que aparecen mucho mayores cuando del torio y radiotorio se trata.

Desde luego hay que renunciar a los procedimientos emanoterápicos por inhalación que hemos descrito al tratar del radio, fácil de comprender teniendo en cuenta que la torioemanación se destruye en 53 segundos y por lo tanto nos sería imposible dotar a uno de aquellos emanatorios de un contenido de aquel gas. Hay necesidad de respirarla a medida que se produce y los aparatos construídos para ello responden a esta medida.

La substancia madre de la torioemanación es como sabemos el torio X y sin embargo prácticamente no se puede utilizar este cuerpo directamente para su producción pues destruyéndose en 3,6 días resultaría sumamente caro. Por esta circunstancia hay que utilizar el radiotorio, producto más estable (dos años) de suerte que tendremos radiotorio, torio X y torioemanación en los aparatos emanadores de esta última.

Estos aparatos son sencillísimos y tomando como modelo

el de la Sociedad Auer, diremos que son unas cajitas de hojalata, dentro de las cuales se deposita el radiotorio, que por un lado tiene varias pequeñas aberturas y por el opuesto una abertura mayor provista de una especie de boquilla de cuero por donde se respira la emanación.

Respecto a la absorción de la torioemanación por la sangre mediante la inhalación existen las mismas dudas y controversias que para la del radio.

Realmente los procedimientos emanoterápicos con las substancias de la serie del torio han de progresar mucho más que con el radio, pues reunen la condición de superioridad de energía, como corresponde a su mayor inestabilidad y de ser más baratos. Asi por ejemplo, si hacemos una disolución de torio X para ser administrada en bebida, tendremos dentro del organismo torioemanación en tanto que en él subsista torio X, el cual al parecer se acumula, de donde resultaria un manantial constante de emanación. No sucede lo mismo con el radio, pues su emanación abandona pronto el organismo y dentro de él no existe la substancia madre que pudiera renovarla.

Con el torio X y radiotorio se han aprovechado los mismos medios que con el radio a fin de llevarlos al cuerpo humano. Inhalaciones, bebida, baños, inyecciones, tópicos, etc. También su manera de actuar es semejante, produciendo por bebida el torio X depósitos en el aparato gastrointestinal, de donde parte la inhalación a todos los territorios orgánicos; por el baño podrá igualmente ser absorbida la torioemanación por la piel y sobre ella se formarán los depósitos activos de su destrucción radiactiva, teniendo además la ventaja en este procedimiento de que el torio X es más soluble en el agua que la radioemanación y más constante.

Las compresas de hidróxido de torio y la cataforesis del torio X especialmente preparadas y realizada respectivamente por Lazarus; las inyecciones concentradas de torio X por vía subcutánea, intraarterial, intravenosa, intratumoral, etc.; las inyecciones de radiotorio como producto insoluble dentro de las masas tumorales; todos cuantos medios hemos descrito al tratar de la radioemanación, han sido puestos en práctica con los productos de la serie del torio.

Todos ellos ofrecen la ventaja de su mayor energía como resultado de su inestabilidad.

Respecto a su eliminación los ensayos de Bickel nos enseñan que tiene lugar por el riñón, intestinos y la piel.

Interesante nos parece decir dos palabras respecto a la dosificación de estos productos. En los comienzos de su uso se hicieron ensayos tímidos, pero bien pronto se introdujeron las grandes dosis, previos ensayos en los animales más fáciles de hacer que con el radio a causa de la baratura de aquellas materias. Se comienza con dosis de 1.000 unidades Mache diarias, en varias veces y se va aumentando hasta 5.000 y aún más suministradas por bebida y a estómago lleno. Esta dosificación es propia para enfermos reumáticos y gotosos.

En inyecciones son aún mayores las dosis que se administran, debiendo decir que se han presentado algunos fenómenos graves de intolerancia con ellas. Von-Noorden verdadera autoridad en la materia, ha observado suministrando dosis de torio X (300.000 a 500.000 unidades Mache) malestar y pérdida de apetito. Localmente se han presentado por efecto de las inyecciones intravenosas focos de necrosis de la piel.

Del grupo del Actinio sólo ha podido ser empleado terapéuticamente el actinio X en el tratamiento de los tumores malignos. Para uso interno aún no se halla muy bien estudiado, sin embargo ha empleado Lazarus polvos de actinio X preparado por Giesel, y soluciones en suero fisiológico por vía venosa en los animales. Pudo comprobar la organotropia del actinio para los huesos y médula ósea.

Todo cuanto se refiere al actinio ofrece tales lagunas que no es posible por ahora contar con ese elemento y su descencencia para uso médico.

X Reumatismo y Gota

Como indicaciones de tratamiento con la emanación figuran en primer lugar las enfermedades reumáticas y gotosas.

Ya desde tiempos antíguos existía la costumbre entre los obreros de las minas de Joachimsthal, de llevar atada al cuello, como profilapsis y tratamiento del reuma, una bolsita de cuero conteniendo algunos trozos de pechblenda, y este detalle empírico muestra también la favorable influencia de la enanación, reconocida por ese instinto especial del pueblo en aquella enfermedad.

Científicamente la primera indicación conocida de tratamiento con la radioemanación ha sido en el reumatismo iniciada por Loewenthal y Laqueur.

Actualmente una dilatada serie de experiencias y de ensayos clínicos han puesto de manifiesto la eficacia de los métodos emanoterápicos en esas enfermedades hasta el punto de que en el Extranjero, especialmente en Alemania y Austria, se recurre a la Terapia radiactiva como uno de los más valiosos tratamientos de reumáticos y gotosos.

Realmente entre esas dos enfermedades existen puntos de vista tan semejantes que hace suponer cierto parentesco entre ellas, tanto más, cuanto que en algunas manifestaciones tienen una base común, un estado diatésico que las constituye. Por esto mucho de lo que digamos acerca de la acción fisiopatológica de la emanación será común a ambos estados, ya que dependientes a lo que parece de un trastorno de la nutrición, todo cuanto se refiera a cambios o alteraciones de ese perturbado conjunto de funciones nutritivas por efecto de los nuevos métodos, será aceptable en uno y otro caso.

El tratamiento ha sido dirigido principalmente contra las formas crónicas siguiendo en esto lo que se hace con las aguas

minerales, pero no han faltado en estos últimos años quienes han sometido también a las formas agudas al tratamiento radiactivo obteniendo algunos éxitos y abarcando con ellos nuevos horizontes.

Reumatismo agudo

Dejemos aquí, por fuera del lugar, el hablar de etiología y patogenia del reumatismo agudo, reduciéndonos exclusivamente a exponer los resultados conseguidos por Klecki von Noorden y Falta quienes le consiguieron modificar favorablemente por tratamiento con emanación.

La indicación en los ataques agudos de reumatismo de los métodos emanoterápicos ha de encontrarse en el fracaso o en la contraindicación de la medicación salicílica. En casos de nefritis y en las grandes complicaciones pericárdicas o endocardíticas se debe acudir al método emanoterápico.

Según las estadísticas de von Noorden los éxitos de este tratamiento se pueden comparar con los obtenidos por el salicilato de sosa, lo cual representa un importante progreso en la terapéutica del reumatismo.

Los procedimientos usados han sido la inhalación y la bebida mediante fuertes dosis (dos horas diarias de emanatorio y 220 unidades Mache por litro).

Nosotros no tenemos experiencia alguna en este concreto punto, pero reconocemos la ventaja que puede ofrecer el procedimiento sobre todo durante las etapas de suspensión de la medicación salicílica.

Reumatismo crónico

Mejor que el anterior epígrafe debiamos poner siguiendo a Loewental y Gudzen el de *artritis crónicas* ya que muchas de estas manifestaciones articulares no reconocen un origen reumático y sin embargo son influidas favorablemente por la emanación.

Las artritis crónicas cuyo origen, en muchas ocasiones resulta muy dificil de determinar, se presentan desde el punto de vista anatómico patológico en dos formas bastante bien diferenciadas. Una en la que se inicia muy temprano la degeneración del cartílago y en la que la cápsula se afecta posteriormente y otra que por el contrario, se manifiesta primeramente la inflamación lesional de la cápsula articular quedando durante algún tiempo indenne el cartílago.

Para el estudio de estas artritis desde el punto de vista del tratamiento emanoterápico aceptamos nosotros la clasificación de His, en:

1.° Artritis crónicas reumáticas secundarias, es decir, aquellas artritis crónicas deformantes que siguen a un ataque de reumatismo típico.

2.° La poliartritis crónica progresiva que empieza por lo general por los dedos de la mano y del pie y que progresa por ataques sucesivos con o sin fiebre. Afecta dos formas anatomopatológicas, una exudativa y proliferante de la cápsula articular, otra seca con deformación articular y arrugamiento de la cápsula.

3.° La mono-artritis y oligo-artritis deformante debidas a la edad y al traumatismo.

4.° Las artritis anquilosantes de la columna vertebral, (Pierre Marie, Bechterel y Strümpell).

5.° Los nódulos de Heberden.

La artritis deformante, la espondilosis rizomélica, los nódulos de Heberden y la forma seca de la polioartritis crónica progresiva, pertenecen a la primera forma anatomo-patológica descrita, es decir, aquella que presenta la lesión inicial en el cartílago y sigue más tarde a la cápsula articular. Las artritis secundarias reumáticas crónicas, y la forma exudativa de la polioartritis crónica corresponden anatomo-patológicamente a las que tienen su lesión inicial en la cápsula y secundariamente se afecta el cartílago.

Ahora bien, el reumatismo no se manifiesta sólo por su ataque a las articulaciones, lo hace también a los músculos, originando mialgias muy rebeldes y al sistema nervioso en forma de neuralgias.

Todas estas formas y manifestaciones reaccionan al tratamiento emanoterápico de distinta manera, como vamos a ver:

En primer lugar esta reacción por lo que a los procesos articulares se refiere, depende en primer término del tiempo de la afección. Cuando se trata de procesos recientes en los cuales las lesiones articulares no son muy intensas la reacción al tratamiento es de las más favorables, pero cuando se trata de lesiones antiguas que han originado hondas perturbaciones anatómicas, deformaciones y anquilosis irreparables, claro es que poco puede conseguirse en favor de un nuevo estado anatómico. Lo que sí parece conseguirse en todos los casos es la disminución de los dolores o su total abolición.

Por lo tanto, los resultados del tratamiento serán favorables en las artritis reumáticas de la infancia y en las formas de la poliartritis crónica progresiva poco intensas o moderadamente intensas; poco favorable en los ataques de las grandes articulaciones y en las formas exudativas precoces; y poquísimo favorables en las graves alteraciones anatómicas de los huesos cartílagos y cápsula articular (mono y oligoartritis deformantes, anquilosis vertebrales y nódulos de Heberden). En estos casos se afirma que por la administración de altas dosis radiactivas se han conseguido también bastantes buenos resultados.

En las formas secas las cuales por lo general afectan a una sola grande articulación con dolores intolerables se consigue

por la intervención radiactiva, el aminoramiento de estos últimos, ahora bien, como suele producir destrucciones anatómicas intensas, el resultado total es bastante peor que el obtenido con las formas exudativas.

En las artritis de origen tuberculoso o sifilítico el pronóstico con el tratamiento radiactivo no se presenta muy claro. Pasa lo mismo con las dependientes de la gonorrea, tanto las mono como las poliartritis, las cuales reaccionan muy favorablemente a las inyecciones de sal de radio.

Nosotros hemos tratado dos casos de artritis de la rodilla de origen blenorrágico con bastante fortuna, en uno de ellos, por medio de las inyecciones de sulfato de radio Jaboin.

Observación 1.ª Hombre de 34 años. A los veinte días de un flujo uretral blenorrágico se le inician dolores en la articulación de la rodilla derecha al mismo tiempo que se hincha y enrojece, como si fuera a desarrollarse en ella un proceso flegmonoso. El flujo uretral continúa aunque muy disminuído. Tratamiento: Reposo, fomentaciones y calmantes contra los dolores. Diez y seis días después ha cesado la parte aguda del proceso pero queda una zona fuertemente empastada y abolidos casi completamente los movimientos articulares.

Se le practica toda clase de tratamientos sin resultado, por lo que a los setenta días de la fecha del ataque le inyectamos cinco veces en toda la zona empastada, diez microgramos de sulfato de radio, consiguiendo una notable mejoría manifestada tanto por la rebaja de la hinchazón como por la facilidad de movimientos.

Observación 2.ª Hombre de 28 años. Artritis gonocócica de la rodilla derecha, que data de un año. Han fracasado toda clase de tratamientos, fracasan también los 20 microgramos de sulfato de radio que inyectamos en el espacio de diez días. Algo mejoró la zona tumefacta, pero los movimientos no se recobraron.

Las mialgias reaccionan de distinta manera según la causa que las origina. Cuando ésta es el reumatismo o la gota por lo general ceden bien, pero cuando son dependientes de otros estados diastésicos, diabetes, obesidad, litiasis renal, etc., entonces se muestran extraordinariamente rebeldes al tratamiento radiactivo. Las formas agudas *a frigore* reaccionan muy favorablemente.

Respecto a la duración de los resultados conseguidos con el tratamiento radiactivo, nada en concreto se puede decir. Algunos individuos parecen haber conseguido la curación abso-

suta, otros por el contrario, han presentado retrocesos en su enfermedad que les ha obligado a buscar el amparo de un nuevo tratamiento.

Loewenthal, Kraus, Neusser, Gudzent, Mannes, Wellman y otros autores han publicado estadísticas muy instructivas respecto a la eficacia del método emanoterápico.

Los procedimientos de administración radiactiva han sido todos los que hemos expuesto ya, (inhalación, baños, bebida, inyección, compresas, lodos, etc.) y las dosis muy variables.

Nagelschmidt, obtuvo en algunos casos de reumatismo articular y muscular muy favorables resultados, comenzando por dosis muy pequeñas hasta llegar en el curso de la primera semana a 10.000 unidades Mache.

Straburger, sirviéndose de agua radiactiva con un contenido de emanación de 800 a 1.000 M. E. por litro suministrados por un activador de Neumann, en forma de baños hasta de 7.000 M. E. y bebida de 700 a 1.000 M. E. llegó a tratar un gran número de enfermos de artritis crónica deformante, reumatismo articular crónico, artritis úrica y neuritis diversas, obteniendo en algunos casos de manifestaciones reumáticas crónicas muy buenos resultados y en algunos hasta sorprendentes.

Suministrando a reumáticos y gotosos diariamente medio litro de agua con un contenido de 1.000 unidades Mache, consiguió Goldberg en los casos poco intensos, una total curación o por lo menos una mejoría extraordinaria y en los graves con alteraciones de huesos y cartílagos una disminución de los dolores, declarándose por esto, entusiasta partidario de los métodos radiactivos para aquellas enfermedades.

Otros muchos autores han tratado igualmente, bien por bebida, inhalación o inyecciones radiactivas, enfermos reumáticos con diversas manifestaciones articulares y todos han encontrado favorable influencia del radio en aquellas enfermedades. La literatura médica en este concreto punto, es hoy extraordinariamente abundante.

Como los baños de Teplitz tienen tan reconocida influencia sobre el reumatismo, Pæssler investigó, si la sola permanencia del enfermo en una cámara de emanación, bastaba para producir los mismos resultados terapéuticos que produce el uso de

aquellas aguas radiactivas en forma de baños. Según los resultados se puede contestar afirmativamente. La acción curativa de la radiactividad en las afecciones reumáticas, se puede conseguir sin el uso de los baños por la sola inhalación de los gases de la fuente. Sentó respecto de este punto las siguientes conclusiones: (Lipliawsky y Lungwitz.)

1.ª La acción específica de la cura balneológica en Teplitz sobre las llamadas enfermedades reumáticas, se consigue probablemente hasta de manera más intensa sin el uso de los baños, sólo por estancias en cámaras que contienen los gases de las fuentes. La estancia en estas cámaras de emanación, tienen la ventaja para las personas debilitadas y demasiado sensibles de que se les puede prolongar la sesión, lo cual no se podía realizar dentro del baño.

2.ª Los emanatorios permiten por procedimientos técnicos sencillos, enriquecer el contenido de emanación desprendida de la fuente.

Esto, como veremos en el capítulo de «Terapia radiactiva con las aguas medicinales», tienen importancia grande y permite dar una orientación a los propietarios españoles de establecimientos balnearios para poder aprovechar en beneficio de los enfermos toda la capacidad curativa de nuestras fuentes.

Indiscutiblemente las manifestaciones reumáticas, encuentran en la radiactividad uno de sus principales agentes curativos y es de esperar que cuando se conozca mejor la patogenia de tan complicado proceso patológico se llegará a formular indicaciones exactas de tratamiento, lo cual significará mucho aun cuando se cercenen algunas de la larga lista actual.

Los exámenes de la sangre en los enfermos sometidos al tratamiento, acusaron al principio una hiperleucocitosis con ligero aumento de las formas mononucleares a la que sigue un fuerte descenso en el número de los glóbulos blancos; también se ha observado elevación del número de las células eosinófilas aun en los casos de hipereosinofilias.

Las formas neuríticas del reumatismo reaccionan fuertemente al tratamiento de Emanación y ofrecen por lo general un pronóstico favorable.

En gran número de casos de polineuralgias, tratados por Fal-

ta y Freund, cuyos enfermos presentaban dolores en articulaciones y músculos, sensibilidad a la influencia del frío, agarrotamiento de extremidades, agudas o crónicas mialgias, alteraciones articulares y puntos dolorosos a la presión en los trayectos nerviosos, no tuvieron éxito los métodos emanoterápicos. Esto como dice Lunwigtz puede ser debido a que se trate de neurasténicos y en estos es sabido la poca infuencia que ejerce el tratamiento con la emanación.

También el torio X se ha empleado en el tratamiento del reumatismo y artritis de otros orígenes con resultados satisfatorios. El procedimiento seguido ha sido, por aparatos inhaladores, por bebida y por inyección intravenosa, subcutánea e intramuscular. Las dosis han sido variables, predominando las grandes de 3 a 10.000 M. E. (Gudzent) y de 50. a 100.000 (Falta Krieser, Zehner, Bickel.)

Se ha demostrado que las pequeñas dosis producen leucocitosis y las grandes, leucocitosis con aumento de células polinucleares y disminución de los linfocitos.

Con el actinio se han hecho también numerosos ensayos especialmente por Lazarus el cual le ha empleado por inyección subcutánea disuelto en suero fisiológico o en bebida y en compresas. Los resultados obtenidos no permiten determinar claramente las indicaciones terapéuticas.

Gota

La gota, como sabemos, se caracteriza por depósitos de ácido úrico y uratos en las articulaciones y diversos tejidos. La sangre contiene un exceso de ácido úrico sobre todo durante los accesos y a esta uricemia (Garrod) se la considera como la base fundamental de la enfermedad.

Claro es que la uricemia no juega un papel exclusivo en la gota, pues falta en ciertos periodos de la enfermedad y existe

por el contrario en otras afecciones que como la leucemia y el mal de Bright no tienen al parecer relación alguna; pero también es indiscutible que en aquella enfermedad domina una perturbación del equilibrio entre el ácido úrico que se forma y el que se destruye.

En la sangre de los indivíduos sanos se ha demostrado tambien la existencia del ácido úrico pero de una manera transitoria y después de un régimen alimenticio y muy rico en nucleína, mientras que en la sangre de los gotosos se observa de una manera permanente, aun cuando se le prive de todos los alimentos que contengan materias purínicas.

Además, el ácido úrico que por exceso de alimentación purínica se forma en la sangre de los sujetos sanos se va eliminando por la orina con cierta relativa rapidez, mientras que el de la sangre del gotoso, esta eliminación es extraordinariamente lenta.

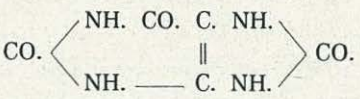
En este detalle y en el hecho de que al grupo del ácido úrico pertenecen las bases aluxúricas o purínicas, se fundamenta la teoría de Brugsch y Schitenhelm, según la cual la gota estaría representada por una anomalía en todo el sistema fermentativo de la purina cuya formación, destrucción y eliminación se haría de manera anormal.

El hecho cierto es que el ácido úrico de la sangre se deposita en ciertos tejidos constituyendo los llamados tofos y que cuantos tratamientos médicos se han prescrito y régimenes dietéticos instituído en la gota, no han tenido otra finalidad que el expulsar del organismo ese ácido úrico evitando con ello la sedimentación en nódulos gotosos.

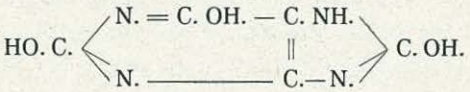
Por eso mismo Gudzent en colaboración con His y Paul investigaron los cambios de orden físico-químico que pudieran sobrevenir en el ácido úrico y sus sales por influencia de la emanación, deduciendo de esas investigaciones que aquel ácido existía en la sangre sólo en forma de sal de monourato sódico, el cual ofrece dos formas isomeras, una muy inestable el *Laktamurat* pero también muy soluble y otra el *Laktimurat* más estable e insoluble o difícilmente soluble.

Sabido es que el *ácido úrico* se forma calentando la ámida triclorolác-tica o el ácido triclorolácticó con urea.

Su representación esquemática es:



Es posible que este ácido, además de presentarse en la forma *lactámica* citada, se presente también en la forma *lactímica*, (Schmidt)



forma ésta *tautómera* con aquélla.

El ácido úrico amorfo, presenta propiedades algo diferentes a las del ácido cristalizado que se forma a mayores temperaturas que el otro y estas manifestaciones de *isomería* se repiten en algunos uratos.

La solubilidad de la primera alcanza para 100 c. c. de suero la cifra de 18,4 migrs. y sólo de 8,3 migrs. la segunda.

En la sangre de los gotosos el ácido úrico se halla en forde la primera sal, es decir, en la forma soluble y ella llega al cabo de cierto tiempo a saturarla de ácido úrico.

Una vez demostrado ésto por Gudzent, se dedicó a investigaciones sistemáticas con objeto de hallar un medio que impidiera la transformación de esas sales solubles en insolubles y después de numerosas experiencias con la emanación y los rayos α, β y γ y con el radio D, encontró en éste, que según Hahn emite débiles rayos β, las mejores condiciones para cambiar el monourato de sosa en cuerpos solubles, a los que ulteriores transformaciones convirtieran en ácido carbónico y amoniaco.

De suerte que, para Gudzent la radioemanación, especialmente por uno de sus productos de destrucción, el radio D, está en situación de impedir el desarrollo de las formas insolubles del monourato de sosa y de actuar sobre los ya formados monouratos estables, hasta corvertirlos en cuerpos solubles que puedan ser eliminados fácilmente del organismo.

Continuando los trabajos de Gudzent, estudió Fofanow las

alteraciones que pudieran originarse por efecto de la radioemanacion sobre tofos producidos artificialmente, teniendo en cuenta investigaciones anteriores de His que aportaron la suposición de que los depósitos de ácido úrico, tanto naturales como artificiales, no debían desaparecer del organismo por procesos físico-químicos sino más bien por intermedio de la fagocitosis.

Para ello inyectó en conejos bajo la piel, el monourato sódico, produciéndose una fuerte infiltración leucocitoria en los alrededores del punto inyectado y también inflamación que más tarde degeneraba en necrosis de los tejidos. En doce a catorce días los leucocitos hacían desaparecer todo el ácido úrico.

Cuando la experiencia se hacía con intervención de la radioemanación, los fenómenos no se realizaban de la misma manera faltando totalmente o casi totalmente la infiltración leucocitoria y presentando inflamación menos violenta. Por el contrario, la necrosis del tejido era más rápida y fuerte. El urato desaparecía rápidamente.

Esto prueba, dice Gudzent, que la radioemanación disuelve lo mismo en el organismo que en el tubo de ensayo al monourato de sosa. La rápida y fuerte necrosis la explica His diciendo que el monourato soluble es un intenso veneno para los tejidos.

Por otra parte, Loewenthal y Gudzent estudiaron el comportamiento de las mutaciones de las bases purínicas, sin alteración de las mismas en los reumáticos y con alteración en los gotosos. Por inhalación de la emanación fueron en algunos casos conseguidas importantes alteraciones del ácido úrico y materias purínicas que no se obtuvieron sin la emanación, deduciendo Loewenthal de este hecho una activación funcional de los fermentos destructores del ácido úrico enfrente de los fermentos encargados de formarle.

Igualmente Mesernitzky y Kemen, que han realizado muchos ensayos en este sentido, llegaron a probar que 100 millones de unidades Mache de radioemanación convierten en ácido carbónico y amoniaco, en el espacio de doce días, a 29 migrs. de monourato sódico, acción que atribuyen a la infuencia de los rayos α.

No faltaron autores que hayan rebatido todos estos argumentos, cuya base experimental parece firme, y entre ellos Lazarus y Knaff-Lenz quienes no llegaron a observar perturbación química alguna del monourato de sosa por influencia de la radioemanación.

De todas suertes, las manifestaciones clínicas parecen responder a las deduciones de Gudzent y Loewenthal por cuanto se puede apreciar, la desaparición del ácido úrico de la sangre y el aumento del eliminado por la orina mediante la emanación

Claro es que el contenido de ácido úrico de la sangre no representa como afirma von Noorden en ningún caso bienestar ni peligro para el gotoso, pero esto nos llevaría a una cuestión de patogenia de donde difícilmente podríamos salir.

Indiscutiblemente la influencia radiactiva sobre la gota es un hecho positivo aun cuando no poseamos con aquella otra cosa que un remedio más, capaz de mejorarla grandemente, pero incapaz muchas veces de anular la perturbación orgánica inicial de tan insistente afección.

La eficacia del tratamiento está ligada a la oportunidad de esto último. El tiempo que lleva la afección, la importancia de las inflamaciones articulares y la rapidez en el tratamiento, juegan un importante papel en los resultados, ya que en los casos antiguos con manifestaciones artropáticas intensas con grandes inflamaciones del cartílago y de la cápsula son difícilmente tratables, aun con intervención del nuevo recurso.

Los demás casos encuentran en los procedimientos emanoterápicos una mejoría extraordinaria. (Las principales estadísticas en este sentido son las suministradas por His y Gudzent, quienes observaron notable mejoría en el 86 % de los gotosos tratados no sólo durante el tiempo de tratamiento sino también muchos meses después.) Algunos casos rebeldes fueron mejorados combinando el tratamiento emanoterápico con inyecciones de sales solubles de radio.

El análisis de sangre fué realizado en la mayoría de los casos, demostrando que por efecto del tratamiento y al cabo de algunas semanas desaparecía de la sangre el ácido úrico.

Las indicaciones del tratamiento emanoterápico no son absolutas, pues no suele ser bien tolerado en los casos agudos,

(lo mismo que en las aguas minerales) aun cuando la intensidad de la cura se aminore. Sin embargo algunos médicos no interrumpen el tratamiento más que en el caso de fiebre o de intensos dolores. En estos casos se recomiendan los productos farmacológicos, colchico o atofan, como verdaderos recursos del ataque de gota.

Respecto al régimen dietético libre de purina, sin desconocer la importancia que tiene en el tratamiento de la gota, se inclina Gudzent a prescribirlo en muy raros casos, según las particularidades que ofrezca el enfermo durante el tratamiento emanoterápico. Como él afirma y sabemos, varios meses de dieta libre de purina, no son capaces de lograr una notable disminución del ácido úrico en la sangre de los gotosos.

His da las siguientes bases para la dieta:

1.ª Según antiguas experiencias se produce en la mayor parte de los casos de gota, una favorable influencia por el régimen dietético.

2.ª La alimentación pobre en purina es racional y puede ensayarse, si no es inconveniente, para los organos de la digestión.

3.ª No hay ningún motivo para seguir la dieta, si después de algunas semanas o meses no se observa ningun efecto estimable.

4.ª En estos casos sencillamente basta con instituir una alimentación mixta, rica en legumbres verdes y frutos, en tanto que no altere a las funciones digestivas.

5.ª Exigen reglas especiales de dietética cuando no garantizan la inteligencia y el carácter del enfermo la frugalidad necesaria.

6.ª Respecto al alcohol es exigible siempre la moderación y en algunos casos la total abstinencia. La clase de bebidas permitidas depende de la sensibilidad de los enfermos y de sus costumbres.

Lo mismo que sucede con las aguas medicinales cuando se toman en el establecimiento balneario, se presenta la llamada *reacción*, en los enfermos gotosos sometidos a esta clase de tratamiento radiactivos en las instalaciones artificiales.

Esta reacción se presenta en tiempo variable según la sen-

sibilidad de los enfermos; hay unos que a los cuatro o cinco días se inician las primeras manifestaciones reaccionales, otros a la segunda o tercera semana y algunos mucho después. La reacción, como sabemos, consiste en un pequeño exacerbamiento de los síntomas o de alguno de los síntomas de la enfermedad tratada, equivaliendo por tanto a un pequeño ataque de gota que se presenta en un enfermo que hace mucho tiempo no tuviera ninguno. Tras de esta reacción, a la tercera o cuarta semana, sobreviene una notable mejoría y el ácido úrico ha desaparecido de la sangre.

Durante la reacción aconseja Gudzen suministrar a los enfermos el colchico y atofán.

Los procedimientos usados son la estancia en los emanatorios, bebida e inyecciones radiactivas.

Algunos autores, entre ellos Saubermann, creen mejor procedimiento para eliminar el ácido úrico la introdución de la emanación en el organismo por bebida que por inhalación en los emanatorios a causa de la atmósfera viciada de éstos.

Se funda para ello en algunas experiencias sobre conejos ycobayos a los que inyectaba bajo la piel ácido úrico. Una serie de estos conejos eran colocados al aire libre y otra serie en una atmósfera conteniendo un 4 % de ácido carbónico. Muertos los conejos unos días después, observó, que los que estuvieron en la atmósfera rica en ácido carbónico, el ácido úrico subsistía, si bien una gran parte se había transformado en cristales de urato de sosa, mientras que los que estuvieron al aire libre, el ácido úrico había casi desaparecido.

Con el hidrógeno sulfurado los resultados fueron más concluyentes: Muertos algunos coñejos a los que se les había inyectado el ácido úrico se encontró que éste se había transformado en urato de sosa insoluble, mostrando los vivos, igualmente inyectados, hermosos tofos gotosos. Esto dice Saubermann, es una prueba de que respirando aire que contiene hidrógeno sulfurado no solamente hace la eliminación del ácido úrico más difícil, sino que determina también una retención del ácido úrico en los tejidos.

Esto pudiera servir, como dice el autor, para explicarnos el efecto de los baños sulfurosos. Los gotosos en estos baños en-

cuentran una subjetiva mejoría especialmente en los dolores, la cual estaría causada por la fijación del ácido úrico en los tejidos pero después, cuando se movilizan todos esos sedimientos sobrevienen los fuertes ataques de gota, observados por muchos clínicos, meses más tarde de la cura balnearia.

El hidrógeno sulfurado, contrariamente a la emanación, entorpece la actividad de los fermentos especialmente de los urocolíticos.

Lo mismo, claro es, se aplica a los baños de ácido carbónico, aunque en menor grado.

Estas experiencia de Saubermann son una prueba más de la influencia de las intoxicaciones de origen externo sobre los fenómenos de la nutrición a los que perturban hondamente, sentando la base de gran número de afecciones, tanto endógenas como bacterianas.

Respecto a las dosis empleadas, varian según el procedimiento. En las estadisticas de Gudzent figura la cantidad de 2 a 4 unidades Mache (160 a 320 voltios) por litro de aire del emanatorio donde permanecen los enfermos durante varias horas y dos o tres veces por semana. En las de Mesenitzky por el procedimiento de bebida, inicia el tratamiento con pequeñas dosis y sube paulatinamente hasta las altas. Comienza por dar tres o cuatro veces en el día después de las comidas 300 a 1.000 unidades Mache, después 2.000, 3.000 hasta 25.000 M. E. en el curso de todo el tratamiento que suele durar de mes y medio a tres meses.

El torio X también se ha utilizado en el tratamiento de la gota, aun cuando todavía no ha salido de la vía de ensayo. Se citan los trabajos de Falta quien consiguió mejoría objetiva y subjetiva de un gotoso bajo la influencia del torio X. Sin embargo nosotros no aconsejamos la utilización por ahora del torio X más que en el terreno experimental.

Una de las mayores discusiones que acerca de materias radiactivas se ha suscitado en el campo de la Medicina ha tenido lugar por los trabajos de Gudzent y Loewenthal respecto a la influencia de la emanación sobre el ácido úrico.

A las pruebas experimentales expuestas por los citados autores se han opuesto otras totalmente negativas en las cuales

no se ha logrado demostrar influencia alguna de la emanación sobre el ácido úrico y destruyendo por tanto las consecuencias que de aquélla se derivan. Esto ha dado motivo actualmente a un período de perplejidad acerca de tan interesante tema y cuya causa se halla exclusivamente en el paso rápido a la práctica utilitaria de lo que no debía salir tan pronto del campo experimental.

No cabe sin embargo, duda que muchos de los fenómenos descritos por unos y por otros tienen una evidente realidad aun cuando difieran en las deducciones y esto, además de afirmar el valor de todo hecho experimental, señala un camino por donde seguir las nuevas investigaciones de tan importante problema biológico.

En estos últimos años se rinde en Medicina un homenaje tal a los hechos nuevos que en cuanto surge uno van tras él una serie de fanáticos científicos que le preconizan sobre todo lo conocido, originando sus exageraciones el partido opuesto de médicos que sistemáticamente menosprecian aquella conquista. Tal situación motiva un período caótico en el que caben los más contrapuestos pareceres, hasta que serenos e imparciales análisis de la actuación del nuevo agente curativo depuran las opiniones justipreciando en todo su valor el nuevo remedio.

Así ha sucedido en cuanto con el radio se refiere, lo mismo en sus concepciones teóricas que en su utilización práctica por lo que es de esperar que en el espacio de muy pocos años quede esta cuestión completamente resuelta.

XI Enfermedades de la sangre y otras indicaciones

Leucemia

La influencia que ejerce la radioemanación sobre la sangre, manifestada principalmente por variaciones en el proceso de coagulación y en el número y fórmula de leucocitos, hizo pensar en una posible actuación sobre las enfermedades hemáticas y gran número de médicos ensayaron en este sentido.

No ha respondido hasta ahora la clínica a las esperanzas basadas en los resultados experimentales, porque éstos no ofrecen la constancia y por tanto la seguridad necesaria para su adaptación a la práctica médica. Así, por ejemplo, produciendo la emanación una acentuada leucopenia, como gran número de ensayos en los animales lo han demostrado, debíamos contar con este hecho para lograr en los leucémicos una rebaja considerable en el número de sus glóbulos blancos, que si bien no representaría curación, sería siempre una brillante objetividad del tratamiento; pero desgraciadamente no sucede así, porque esos fenómenos leucopénicos son fugaces y bien pronto la sangre del leucémico recobra, por lo que al número de leucocitos se refiere, su estado anterior.

Lo mismo podríamos decir con las hiperleucocitosis que producen las dosis radiactivas ligeras, con los cambios sufridos en la fórmula leucocitaria y con el aumento de los glóbulos rojos, ya que se trata de fenómenos inconstantes y pasajeros que por el momento actual no tienen realidad clínica.

Pero, sí sirven esos detalles experimentales para indicarnos la existencia de una influencia sobre la sangre y órganos hematopoyéticos de las materias radiactivas, que estudiada mejor, podrá algún día darnos el fruto terapéutico apetecido.

Más en contacto con la realidad parecen hallarse los estudios realizados con el torio X en leucémicos y anémicos, los cuales se muestran favorablemente influídos por su acción, en unos por ejercer directa influencia sobre infiltrados e hipertrofias leucémicas, en otros porque dada su organotropia especial para los huesos y médula ósea puede esperarse una excitación productora de los órganos eritrocitógenos.

Debemos hacer constar que los ensayos realizados con la radioemanación han sido numerosos y que algunos autores comunican haber obtenido resultados bastante satisfactorios con ella en enfermos leucémicos. La mayor parte sin embargo, fracasaron en sus tratamientos emanoterápicos porque la leucopenia inicial conseguida, desaparece pronto en pleno tratamiento y entonces es inútil cuanto se haga, incluso el elevar las dosis hasta límites exagerados. Tal vez se necesita recurrir a dosis fuertemente tóxicas para lograr producir en el cuerpo humano los efectos alcanzados en la experimentación con los animales.

Con el torio X por el contrario, muchos médicos han conseguido resultados estimables en la leucemia, hasta el punto de que algunos, como Kraus, consideran aquel cuerpo como uno de los mejores remedios contra aquella enfermedad.

Otros como Plesch, Nagelschmidt, Noorden y sus colaboradores han hecho repetidos ensayos con el torio X en enfermos leucémicos, consiguiendo una disminución del número de leucocitos al mismo tiempo que un aumento de hematíes. También consiguieron rebajar notablemente el volumen del bazo.

A pesar de todo esto, muéstrase en el torio X, lo mismo que en el radio y sus descendientes, una inseguridad de acción bastante marcada, como nos indican los resultados por Plesch obtenidos en dos casos de leucemia mielógena. En uno, consiguió una notable mejoría, manifestada por descenso considerable en el número de leucocitos, y en otro, por el contrario, se mostró totalmente refractario a la acción del torio X, a pesar de que las dosis empleadas fueron las mismas reforzadas en el segundo caso al ver la falta de efecto, y los procedimientos de introducción iguales en ambos casos y consistentes en inyecciones subcutáneas e intravenosas.

Para Noorden la acción del torio X en la leucemia está li-

gada principalmente al tiempo que lleve la enfermedad, siendo favorable en los casos iniciales. También al número de leucocitos, manifestando que se pueden conseguir buenos efectos cuando aquéllos no sobrepasan la cifra de medio millón y aun cuando la hipertrofia del bazo sea ya bastante acentuada. Por el contrario, no recomienda su empleo cuando el número y la resistencia de los hematíes se halla disminuída.

Los ganglios linfáticos son también favorecidos por el torio X rebajando de volumen y por tanto, aminorando las molestias que por su hipertrofia producían.

Tales son los resultados conseguidos en la leucemia por el torio X, hoy todavía incompletos, por tratarse de trabajos que sólo tienen algunos años de fecha. Es de esperar que multiplicados los investigadores y las experiencias se logre fijar mejor la acción de aquél en tan rebelde enfermedad.

Anemia perniciosa

También en la anemia perniciosa, después de reconocer la poca o nula influencia que en ella pudo producirse por el radio y sus productos, han sido realizados, como en la leucemia, numerosos ensayos con el torio X y también como en esa enfermedad los resultados conseguidos no pueden calificarse de concluyentes.

Los medios de introducción de aquel cuerpo radiactivo en el organismo humano, han sido las inyecciones intravenosas en soluciones de diversa concentración (de 20 a 10.000 unidades Mache) y los resultados obtenidos consistieron en un aumento estimable en el número de eritrocitos y en el contenido de hemoglobina.

Si hemos de atenernos a los resultados publicados por la mayor parte de los autores que ensayaron este medio en tan grave enfermedad de la sangre y especialmente de los obtenidos después de cuidadísimos trabajos por Klemperez y Hirsch-

feld tendremos que repetir aquí cuanto dijimos respecto de la leucemia, es decir, que el tratamiento radiactivo no responde de una manera constante, por la fugacidad de sus efectos y que el torio X aun en combinaciones con el arsénico y el benzol, no logra producir una fuerte y favorable influencia sobre la anemia perniciosa.

No debe olvidarse, sin embargo, que las pequeñas dosis radiactivas ejercen una excitación de los órganos hematopoyéticos y que los productos de la desintegración de la emanación se depositan en la médula ósea, para poder pensar en proseguir por este camino en el estudio de una posible acción curativa de las substancias radiactivas sobre los estados anémicos.

Puestos a intentar el tratamiento, debemos conocer las contraindicaciones del torio X que enumera Noorden y nosotros tomamos de Lipliawski.

1.° Toda clase de estados de depresión cardíaca.

2.° Neurosis del sistema nervioso vegetativo y neurastenia grave.

3.° En la enfermedad de Bassedow, diabetes graves y estados febriles.

4.° Propensión a las hemorragias, especialmente menorragias, hemoptisis, diatesis hemorrágicas y procesos hemofílicos.

5.° Intensas y progresivas enfermedades del sistema eritroplástico y leucoplástico. Por el contrario los primeros estadios ofrecen un excelente campo a la Terapia radiactiva.

6.° Caquexias de todas las clases.

7.° Marasmo senil. Las iniciaciones ofrecen también excelente campo para el tratamiento radiactivo.

Diabetes sacarina

Del estudio sobre el estímulo funcional de los fermentos por la acción de la radiactividad, se han deducido indicaciones de tratamiento en todas aquellas enfermedades consideradas como producidas por una alteración del proceso fermentativo. La diabetes ha sido una de ellas y se admite, aun cuando no está demostrado de una manera definitiva, que la activación funcional de los fermentos glicolíticos por efecto del radio influye favorablemente en el curso de aquella afección.

Por otra parte, los hidratos de carbono son influídos también por el radio y parece ser que por esta influencia se activa el metabolismo orgánico aumentando las oxidaciones de las moléculas de azúcar y por consiguiente el cambio gaseoso.

Saubermann es de opinión que la diabetes azucarada se caracteriza por una insuficiencia o perturbación de ciertos fermentos glicolíticos; que los ácidos aceto-acético y oxibutírico, deben su origen al catabolismo imperfecto de la amino ácida *l-leucina* y que la emanación, es capaz de reemplazar los fermentos defectuosos e inadecuados, en el sentido de que estimula una acción más vigorosa en aquellos que no están atacados.

Esto se demuestra, agrega Saubermann, por el aumento en la excreción de ácido carbónico resultante de una mayor oxidación de los hidrocarbonados y en el hecho de que la diabetes puede ser causada artificialmente por el fósforo, el arsénico, el uranio, el mercurio y otros venenos destructores de los fermentos.

Loewenthal, aceptando también la posibilidad de que la perturbación de ciertos fermentos juegue un importante papel en la patogenia de la diabetes, expresa la esperanza de que un tratamiento de emanación influya favorablemente sobre esa enfermedad. Tal vez, dice, el empleo empírico de ciertas fuentes

medicinales de reconocida eficacia en el proceso diabético, como Karlsbad, Neuennhr, Kissingen y otras, venga en apoyo de esta manera de pensar.

Muy interesantes y verosímiles son las apreciaciones de Lungwitz, quien ha hecho estudios detenidos del proceso metabólico en la diabetes azucarada. Admite el referido autor que en el estado normal la asimilación de las moléculas de azúcar depende de la absorción en las paredes del intestino y que los leucocitos y linfocitos son los órganos propios de la asimilación, de cuya actitud funcional se deriva que la molécula de azúcar ingrese en el organismo como material propio y útil o bien, quede libre y en estado por consiguiente inasimilable circulando por el torrente circulatorio hasta que es eliminada como cuerpo extraño por el riñón.

La funcionabilidad de los leucocitos y linfocitos como órganos de aximilación de los hidratos de carbono depende a su vez, de procesos fermentativos análogos a los que aceptamos en el transporte de oxígeno con el material nutritivo de las células en la proteolisis, en la lipolisis y en otros íntimos procesos metabólicos.

Según ésto, lo cual está firmemente apoyado por observaciones experimentales, fisiológicas y clínicas, existe en la diabetes, en primer lugar una carencia de fermentos de aximilación, más que de los glicolíticos, y en segunda línea una debilitación funcional de linfocitos y leucocitos.

Claro es, que aceptando esta hipótesis podríamos influir con los recursos terapéuticos sobre la causa de estas glucosorias si consiguiéramos activar los fermentos de asimilación y elevar la fuerza asimilativa de aquellos elementos celulares bien por el aumento de las células formadas en las paredes intestinales durante la absorción, bien por aflujo de las de otras regiones del cuerpo.

Se ha tratado, añade Lungwitz, de investigar en ambas direcciones por medio de la emanación, es decir intentando activar los fermentos por la acción que ya conocemos y por la influencia de la de aquel gas, tomado especialmente en bebida, sobre las paredes intestinales y el proceso de asimilación. Según esto habría que pensar en dosis pequeñas y continuadas ya que la leucocitosis se produce de esta manera.

Sea esta u otra la fisiopatología de la emanación en la diabetes sacarina, el hecho es que se citan numerosos casos tratados radiactivamente y con resultados excelentes por Lipper, Reicher, Armstrong y otros autores, consiguiendo, en algunos de aquéllos, hacer desaparecer el azúcar de la orina a pesar de no someter a los enfermos a régimen libre de hidratos de carbono. Aun en casos intensos con graves acidosis se han conseguido resultados muy favorables.

En la diabetes, como en otras enfermedades internas, se debe esperar del tratamiento radiactivo un excelente medio terapéutico.

Enfermedades del corazón y vasos

El tratamiento de la degeneración senil en ciertas fuentes medicinales *(fuentes de juventud)* que poseen una mineralización escasa y una notable radiactividad, ha hecho pensar que los efectos favorables observados en los arterio-esclerósicos con esas aguas minerales podían ser debidos exclusivamente a su condición radiactiva.

Los trabajos de Loewy y Plesch acerca de la calcificación arterial, particularmente cuando se acompaña de hipertensión, parecen demostrar que la emanación de radio produce vasodilatación apreciable. Saubermann se inclina a considerar los efectos beneficiosos de la emanación en estos casos a la rebaja de la viscosidad de la sangre.

Plesch y Karczag han comprobado una baja en la presión de la sangre después de la administración intensa del torio X y también en algunos raros casos elevación. Además tanto la radioemanación como el torio X poseen una fuerte acción diurética. Todo esto ha dado motivo a que se empleen estos medios, en el tratamiento de la arterio-esclerosis y en las enfermedades del corazón y vasos especialmente, como ya se venía haciendo en las fuentes termales. Lesiones de peri-mio-endo-

carditis y especialmente la miocarditis crónica son justiciables de estos tratamientos con aguas radiactivas naturales. Las inflamaciones crónicas de los vasos, las flebitis y trombosis, son beneficiadas también por el tratamiento radiactivo.

Respecto a la acción terapéutica del torio X, manifestada principalmente por el descenso de la presión sanguínea, tiene motivos para su empleo en la arterio-esclerosis ya que por aquella razón mitiga los dolores de cabeza, la presión cefálica, los mareos y demás fenómenos de congestión.

Plesch, muestra bastante entusiasmo en el tratamiento de muchas afecciones cardíacas y vasculares con el torio X y cita algunos casos de asistolia, éxtasis circulatorio, disnea cardíaca y angina de pecho, en los cuales el torio X ha dado resultados muy satisfactorios.

Como contraindicaciones, considera todos los procesos agudos e infecciosos del corazón, endocarditis graves, pericarditis o debilidad cardíaca.

Nefritis

Pocos datos se tenían para considerar las inflamaciones renales como modificables por los cuerpos radiactivos, cuando Armtrong hizo pública una serie de casos de nefritis crónica parenquimatosas tratados por ingestión e inhalación de emanación radiactiva, con resultados bastante favorables.

Eran sí conocidos, los buenos efectos de ciertas aguas medicinales altamente radiactivas sobre enfermedades del aparato urinario y las observaciones de Strasser y Selka de que la radioemanación aumentaba la diuresis y que a dosis tóxicas llegaba a producir la albuminuria.

Loewenthal, desde el punto de vista teórico, manifestaba la posibilidad de una probable acción favorable de aquella substancia radiactiva sobre las enfermedades renales, en especial sobre la pielitis y pielonefritis, así como en las formas interstia-

les de la nefritis y en el riñón gotoso; pero Armstrong, con el gran número de casos de diversas enfermedades del riñón, tratados por él, ha venido a ser el más autorizado para exponer hasta dónde llega la eficacia del tratamiento emanoterápico en esas enfermedades.

Donde parece manifestarse más favorable su acción es sobre la nefritis de riñón pequeño; pero se desconoce la fisiopatología y por el momento no ha sido posible aclarar si es por la activación de los fermentos proteolíticos o por una acción directa sobre la célula renal.

No faltan autores (Saubermann) que suponen a la nefritis causada por una alteración del metabolismo de la proteina, es decir, por la influencia de ciertos productos de descomposición de la albúmina exógena y endógena que son extraños al organismo y por lo tanto tóxicos. Así parecen indicarlo las nefritis producidas artificialmente por el empleo de irritantes, tales como el fósforo, el uranio, la cantárida y la vinilamina, que pueden considerarse como fermentos activos venenosos, sobre todo esta última.

Habla también en favor de esta hipótesis el hecho de que los efectos beneficiosos conseguidos por la emanación se han observado principalmente en la inflamación del riñón acompañada de oliguria y en la nefritis con poliuria.

Enfermedades del aparato respiratorio

Antes que Bulling publicara sus observaciones del tratamiento con emanación de enfermos catarrosos de las vías respiratorias, tratábamos nosotros esas enfermedades por procedimientos emanoterápicos.

Nosotros nos servíamos del nitrógeno—queriendo imitar la composición de nuestras aguas azoadas—que a su paso por un inhalador especial, donde se hallaba una disolución acuosa de radio calentada por una bugía eléctrica, se radiactivaba fuertemente.

Gran número de catarrosos crónicos—nuestras estadísticas pasan de 200 casos—fueron tratados por tal procedimiento, obteniendo mejorías estimables en los bronquíticos crónicos, comprobadas objetivamente por disminución o desaparición total de las sibilancias de las bases, previo un período de fluidificación de espectoración y de su fácil eliminación.

No obtuvimos tan buenos resultados en la rinitis faringolaríngea crónica, ni en algunos casos de asma nerviosa.

Bulling ha tratado también un gran número de pacientes de diversas afecciones de las vías respiratorias, con agua radiactiva mezclada con agua destilada o con sales, obteniendo buenos resultados en catarros de senos frontales y nasales y en la bronquitis crónica, especialmente en esta última.

Algunos casos de asma bronquial han sido tratados por Falta y Freund, sin gran resultado.

Los mismos autores trataron varios casos de pneumonía grave con grandes dosis de emanación, obteniendo una temprana caída de la temperatura y una rápida absorción de los exudados.

Los exudados pleuríticos son también según Salzmann fácilmente reabsorbidos por la acción radiactiva (compresas).

Muy interesantes son todas estas observaciones y algunas, como las recogidas por Falta y Freund en los casos de pneumonía, de tal importancia, que merecen repetirse en muchísimos enfermos para aportar a la Medicina resultados más completos y con la sanción del número y de la multiplicidad de los experimentadores.

Tuberculosis

La reconocida eficacia de las aguas nitrogenadas de nuestro país en los enfermos afectos de tuberculosis pulmonar y el hecho de que esas aguas muestren una fuerte radiactividad hizo pensar en 1907 a la antigua «Sociedad Española del Radio», en la posibilidad de un tratamiento activo de aquella afección con aguas cargadas artificialmente de nitrógeno y emanación.

Los enfermos tratados fueron numerosos y nosotros, que seguimos paso a paso las historias de casi todos ellos, sólo podemos expresar como resultado de aquellas observaciones alguna mejoría subjetiva y ligero descenso de la elevación térmica.

Los trabajos posteriores de Wohlgemuth y de Neuberg sobre los fermentos autolíticos, demostrando que los focos tuberculosos sufrían por efecto de la emanación una rápida autolisis han puesto sobre el tapete de nuevo tan interesante cuestión, y otros intentos se han realizado.

Desde luego, exige el tratamiento emanoterápico de los tuberculosos pulmonares un cuidado especial, pues algunas hemoptisis observadas con el referido tratamiento, nos indican el peligro de una vasodilatación pulmonar como la producida por la emanación.

Nosotros, sin embargo, no hemos podido comprobar la frecuencia de esas hemorragias, admitida por algunos autores, ni tampoco negar la posibilidad de producirse ya que tuvimos ocasión de ver un caso en el cual se podía establecer claramente la relación de su hemoptisis con el tratamiento. Por el contrario, la elevación de temperatura observada por Füstemberg en los tuberculosos sometidos al tratamiento radiactivo no tuvimos ocasión de comprobarlo y sí muy al contrario, como dijimos más arriba, observamos ligero descenso de la fiebre.

El verdadero defensor del tratamiento radiactivo en los tuberculosos es Bernheim, quien afirma ha obtenido muy buenos resultados con su iodo-mentol radiactivo. Por desgracia en esta

enfermedad tan cruel no basta decir qne se alcanzan buenos resultados si estos no logran siquiera detener o por lo menos entorpecer su evolución. A muchos otros remedios se les ha asignado la misma propiedad de producir buenos resultados y sin embargo no han tenido efectividad terapéutica ninguna.

Por otra parte la emanación ha fracasado en las pruebas experimentales contra el bacilo de la tuberculosis, el cual se ha mostrado siempre resistente a la actuación de aquélla. Una cultura de bacilos tuberculosos a la que se somete durante seis días sin interrupción a la influencia de 10 milgrs. de radio, sigue gozando de propiedades proliferativas e infectantes.

Por el contrario, el proceso escrofuloso tiene en la Emanoterapia, especialmente cuando es realizada en las fuentes minerales, uno de sus mejores remedios.

Tos ferina

En el año de 1909 hicimos una serie de ensayos en el Hospital del Niño Jesús de Madrid con enfermos de tos-ferina a los que sometimos a un tratamiento emanoterápico, obteniendo resultados que fueron motivo de una publicación.

El procedimiento consistió en inhalaciones de nitrógeno radiactivado a su paso por un recipiente que contenía bromuro de radio disuelto en agua destilada. (Fig. 25.)

Conocida la notable acción sedante de los compuestos de radio, y conocidos también los trabajos de Askinass, Caspari y Danysz sobre su poder antiséptico (entonces más firmes que en la actualidad) y los de Regnard y Schlosing acerca del nitrógeno y de sus posibles combinaciones con ciertos elementos de la sangre, la concepción teórica de utilizar las inhalaciones de nitrógeno radiactivo en el tratamiento de la tos ferina, estaba perfectamente fundamentada, porque intentábamos actuar con ellas directamente sobre el germen ferino y sobre las dos manifestaciones más salientes de la coqueluche: el catarro y la tos convulsiva.

Actuaríamos directamente sobre el germen, utilizando el poder antiséptico de las soluciones rádicas, y la facilidad de hacer llegar ese poder a las intimidades de los tejidos, a las

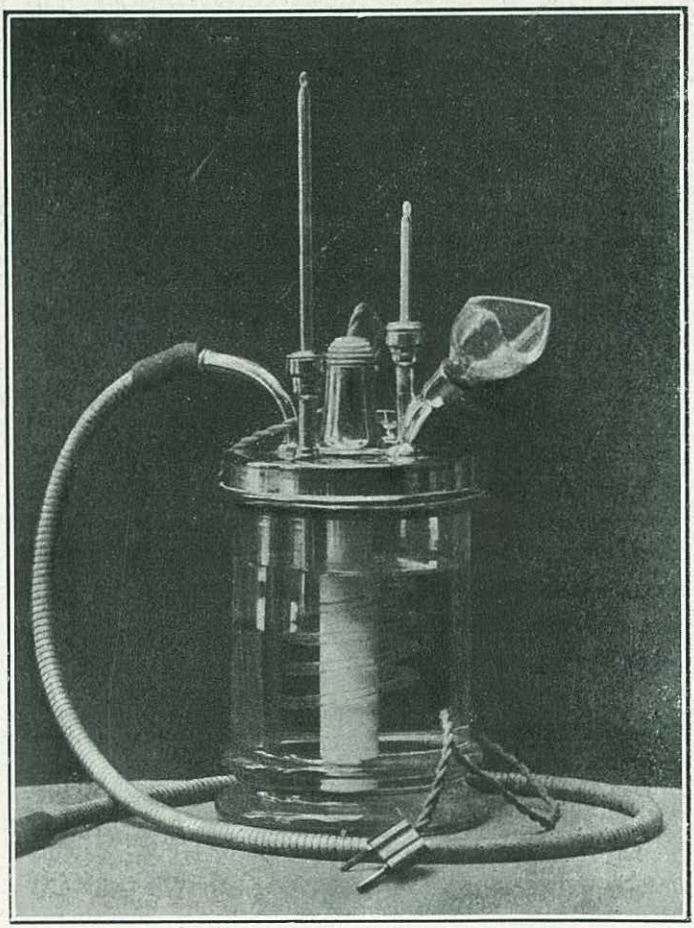


Fig. 25.—Emanador utilizado en nuestros trabajos emanoterápicos

recónditas e intercelulares viviendas microbianas, logrando activar los líquidos orgánicos, y haciéndoles, por tanto, poco aptos para la evolución del específico germen.

El catarro le modificaríamos por la acción del nitrógeno so-

bre la sangre, formando compuestos poco estables que favorecerían la descongestión capilar modificando la vesícula.

Actuaríamos sobre el elemento espasmódico por la reconocida acción sedante del radio ejercida en todo el sistema nervioso, especialmente en el centro rectoral del sistema, regularizando su función y disminuyendo los reflejos exagerados.

Tratamos cincuenta y dos niños de ambos sexos cuyas historias recogimos cuidadosamente contando el número de accesos de tos; haciendo dos observaciones térmicas diarias; fijando las condiciones de reposo o de movimiento, de temperatura y de humedad ambiente y todos cuantos detalles pudieran influir en las variaciones de aquella enfermedad para poder descartarlas de las producidas por el tratamiento.

Los resultados conseguidos consistieron en mejorías, en algunos casos acentuadas, manifestadas por rebaja de los accesos, en número e intensidad y por consiguiente, de los vómitos; en desaparición de la fiebre, si bien en esto hay que tener en cuenta que sometimos a los enfermos a reposo casi absoluto, y en un estado general más satisfactorio. Desgraciadamente estos resultados no fueron constantes y gran número de los enfermos que inhalaron nitrógeno y radioemanación en relativas altas dosis no alcanzaron beneficio ninguno, siguiendo el proceso coqueluchoide su marcha normal.

Desde luego pudimos comprobar la inocuidad del procedimiento y lo difícil que resulta hacer respirar a un niño por una boquilla como las de los inhaladores ordinarios, a cuya dificultad atribuímos en parte nuestros fracasos. Sería muy conveniente repetir los ensayos (dado lo inofensivo del procedimiento) en emanatorios acondicionados, pues hay el hecho observado desde antiguo del efecto favorable para el ferino de los cambios de lugar en ciertas circunstancias y este hecho pudiera ser explicado por la riqueza radiactiva de la nueva localidad.

Impotencia

Como gran número de experiencias han demostrado, la radiactividad ejerce una cierta influencia, especialmente marcada, sobre el desarrollo de las células germinales y sobre los órganos que las producen. Esto dió lugar al pensamiento de una posible actuación excitante de las substancias radiactivas sobre los órganos generadores, en casos de debilitación de su función y cuando ésta no tenía origen en lesión alguna irreparable.

La literatura médica en este asunto, en relación al tratamiento radiactivo, es poco numerosa, pero se citan algunos casos tratados por Noorden y Armstrong con resultados lisonjeros mediante la ingestión de bebidas fuertemente radiactivas y de inyecciones.

Como este es asunto que se presta a tanto mercantilismo habrá que esperar nuevos y más esplícitos trabajos antes de recomendar el procedimiento, pero no se puede menos de aceptar *a priori* que tiene una base perfectamente científica.

Otras enfermedades

Realmente, cuanto se refiere a tratamiento interno con las substancias radiactivas está expuesto a grandes mutaciones como todo aquello que atraviesa el período de constitución. Cada día se va extendiendo a mayor número de enfermedades, y con técnica más variada, sin dejar un criterio médico preciso, hasta que llegue el momento de que, analizada detenidamente su actuación, se la dé sus verdaderas indicaciones, restándole

al mismo tiempo aquellas otras, que la autoridad del experimentador o el plausible deseo de hallar nuevos remedios para nuestras dolencias, hubieran aconsejado, sin el requisito necesario de la verdad clinica.

Por esta causa, dejamos sin mención muchas otras enfermedades tratadas por la emanación que rebuscando en la literatura médica se encuentran, como casos demasiado singulares y que no merecen, por su falta de apoyo experimental y casi clínico, los honores del comentario.

Si hemos de citar, porque en estos últimos tiempos se les ha dado gran importancia, los buenos resultados conseguidos en diversas enfermedades de la boca por el tratamiento emanoterápico. Especialmente la piorrea alveolar tratada por Traüner, Warnekros Levy y Dauwitz con resultados grandemente satisfactorios, la estomatitis ulcerosa, la sopriasis de la mucosa lingual y la leucoplasia bucal, que han sido tratadas, con éxitos variables, por casi todas las substancias activas de empleo médico.

XII Enfermedades del sistema nervioso

Dada la especial sensibilidad que posee el sistema nervioso para el radio, se comprende la serie dilatada de ensayos realizados en neuropatías diversas con este nuevo agente terapéutico.

Sobre todo la llamada acción *anestésica* ha sido el eje de las aplicaciones de radio. Esta acción fué reconocida primeramente en casos de cáncer tratados con aquel elemento, en los cuales se pudo notar la rebaja o supresión del dolor. Foveau de Courmelles, Barcat, Delamarre y Darier fiados en sus observaciones, insistieron sobre el efecto analgésico del radio en casos de epitelioma terebrante de la órbita, de cistitis e iritis agudas. Darier y Wickham observaron el mismo fenómeno de analgesia en algunos casos de neuralgia orbitaria, dolores fulgurantes en tabéticos, ciáticas, crisis gástricas sub-agudas y zonas, pero los ensayos realizados por Raymond y Zimmer en diversas neuropatías dejaron, por decirlo así, sancionada la posesión por el radio de un efecto analgésico.

Los trabajos experimentales encaminados a probar tal efecto no respondieron a los fenómenos observados en la clínica (Beck, Scholtz, London, Boden, Heinecke) y bien pronto esta pudo apreciar que la llamada acción anestésica del radio no era tan constante ni tan intensa como en un principio se creyó.

No significa esto sin embargo, que desde el punto de vista utilitario se haya desechado su acción; podrá suministrarnos en muchas ocasiones excelentes efectos y a ella tendremos necesidad de recurrir en cuantos casos, por desgracia en estas enfermedades harto frecuentes, fracasen los demás analgésicos. Significa solamente que no se puede asegurar el efecto favorable como nosotros en los numerosos casos de neuralgias que hemos tratado tuvimos ocasión de comprobar.

En nuestras estadísticas figuran cinco casos de neuralgia orbitaria de las más rebeldes y de varios años de fecha y sólo en dos de ellos obtuvimos éxito, representado en uno por la curación absoluta, o por lo menos hasta los ocho meses siguientes que tuvimos ocasión de seguir médicamente al enfermo y en el otro por una fuerte disminución de los dolores. Los restantes casos no fueron modificados por el radio.

En tres enfermos de zona, en individuos mayores de cincuenta y cinco años, los cuales habían agotado todo recurso terapéutico incluyendo los rayos Röntgen, obtuvimos con el radio una sola mejoría.

De ciática hemos tratado diez y siete casos con bastante buen resultado, puesto que once han mejorado considerablemente y de ellos tres curaron en el primer mes de tratamiento.

En otras diversas neuralgias tratadas por nosotros hemos obtenido resultados muy variables.

Hay que tener en cuenta para apreciar mejor los resultados, que los enfermos de esta índole que llegan al radio lo hacen después de haber agotado toda clase de recursos terapéuticos, lo que significa la intensidad de su padecimiento, pero a pesar de eso, no se puede confiar en los procedimientos radiumterápicos como un tratamiento a escoger para estos casos.

Gran parte de esas neuralgias dependientes del reumatismo, neuralgia intercostal, ciática, cefalalgia, así como ciertas hiperestesias de la piel, pueden encontrar en el tratamiento con el radio efectos muy beneficiosos.

La indicación más importante del radio en las enfermedades del sistema nervioso parece ser la siringomelia. Fabré y Touchard presentaron en 1909 a la Société de Neurologíe de París el primer caso de siringomelia tratado por el radio con resultados verdaderamente favorables. Después los mismos neurólogos y Bouchard trataron otros casos de siringomelia, siempre con buenos resultados.

Todos estos tratamientos se han realizado, sirviéndose exclusivamente de los rayos del radio, de aplicaciones de diversa duración en los trayectos nerviosos y de filtros apropiados. Ya indicaremos la técnica en la parte de Radiumterapia, por lo que aquí sólo diremos que los rayos utilizados fueron los γ y β duros.

Sólo por conservar un orden cronológico en los efectos de la radiactividad sobre el sistema nervioso, hemos expuesto antes que los conseguidos con la emanación, los alcanzados por las aplicaciones radiantes.

Los procedimientos emanoterápicos en las enfermedades del sistema nervioso, se manifiestan, por una acción general beneficiosa, por mejoría de síntomas tan molestos, como el insomnio, el decaimiento y la excitación nerviosa, sintiendo los enfermos el mismo agradable bienestar que disfrutan en las fuentes radiactivas por la acción del agua y de la atmósfera balnearia.

Muchas neuralgias dependientes del reumatismo, la gota y la diátesis úrica, son favorecidas por el tratamiento emanoterápico, tanto por una acción de causalidad como por la sintomática y directa sobre los nervios afectados.

Especialmente en la ciática tienen los métodos emanoterápicos su indicación precisa, citando buen número de autores, Sommer, Kemen, Jaussen, Freund, Falta, Loewenthal y Gudzent estadísticas tan satisfactorias que deben tenerse muy en cuenta en la orientación del tratamiento de la referida afección.

Otras neuritis de origen sifilítico, diabético, etc., no reaccionan tan favorablemente a la emanación. Los dolores lancinantes de los tabéticos muéstranse por el contrario más influídos por la emanoterapia.

En todas estas enfermedades se manifiesta la acción radiactiva por una rebaja del elemento dolor y por laxitud general del sistema nervioso, pero todavía con más insistencia, cuando aquélla se administra como agua mineral natural y en plena atmósfera balnearia

XIII Terapia radiactiva en las fuentes medicinales

Entre la ciencia pura y la aplicación práctica de sus conquistas, existe un difícil camino lleno de obstáculos y sólo franqueable por la observación honrada, el trabajo constante y el alejamiento de toda mira mercantil, condiciones estas, todavía más estimables, cuando de la aplicación a la salud humana se trata. De no hacerlo así, nos exponemos a perder la necesaria armonía que debe existir entre lo científico puro y lo utilitario, merced a la cual la humanidad progresa.

Decimos esto, porque con el descubrimiento de la radiactividad en las fuentes medicinales, se creyó haber fallado definitivamente el proceso de su eficacia curativa. Los físico-químicos afirmaron que el nuevo fenómeno descubierto constituía el factor más importante de la terapéutica hidrológica; bastando por consiguiente el añadir aquella propiedad a un agua cualquiera, para adquirir virtudes muy semejantes a las poseidas por ciertas aguas minerales naturales.

Esto llegó a tomar tal aspecto de certidumbre, que hubo entidad balnearia en el extranjero que dificultó la investigación oficial de sus aguas, desde el punto de vista radiactivo, ante el temor de que una potenciabilidad pequeña en aquella condición, dejase a sus aguas en manifiesta inferioridad para la competencia con las instalaciones artificiales.

Volvía a repetirse el fenómeno tantas veces aparecido desde los tiempos de Paracelso, de explicar la eficacia curativa de las aguas minerales por la teoría médica reinante o por el último descubrimiento de la Físico-química; pero si Paracelso se equivocó al considerar al sedimento obtenido por la evaporación de un agua mineral como su esencia curariva, se equivo-

caron igualmente cuantos creyeron haber rasgado con el descubrimiento de la radiactividad, el último velo de la complicada esquépsis de los veneros medicinales.

Evidentemente aquellas exageraciones fueron propagadas, en general, por un mercantilismo sin freno, al que no contribuyeron los verdaderos creadores de ciencia cuya intervención, aun dentro de lo hipotético, tiene siempre un marcado carácter progresivo y una tendencia honrada.

Estas exageraciones mercantiles y el descubrimiento de que casi todas las aguas son más o menos radiactivas, dió origen a una fuerte reacción entre los hidrólogos, los cuales, sin dejar de considerar a la radiactividad como un factor apreciable en las aguas minerales, no la concedieron capacidad suficiente para imprimir un sello particular y característico a una Terapia hidrológica.

Muy particularmente en España se ha manifestado ese fenómeno reaccional a causa de las dificultades que existen, por el abandono del Estado y la penuria de nuestras empresas minerales, para la investigación en materias hidrológicas.

Conocemos sí, gracias a los trabajos de Muñoz del Castillo, que nunca serán debidamente alabados y del Laboratorio de Radiactividad de Madrid, fundado y dirigido por tan sabio profesor, la radiactividad *global* de la mayor parte de nuestras fuentes minerales; pero nos falta determinar esa serie de condiciones indispensables para formar, desde el punto de vista radiactivo, un criterio médico de las referidas fuentes.

Estas condiciones se hallan representadas por el contenido en emanación—rádica, tórica y actínica—de las aguas y de los gases de la fuente; por las sales radiactivas disueltas y las contenidas en el sedimento y por la radiactividad que ofrezca la atmósfera balnearia.

Sólo así podremos saber qué balnearios nos ofrecen condiciones abonadas para una medicación radiactiva donde los enfermos susceptibles de sufrir influencias favorables por aquella intervención, puedan ser enviados.

Sin afirmar de una manera absoluta que la radiactividad sea el factor más importante de ciertas aguas minerales, hay indicios sin embargo que permiten suponerlo, dado que no

ofrecen otro carácter al que se pueda atribuir su eficacia curativa, reconocida en muchas de ellas desde los tiempos más remotos.

Lo que hoy todavía no se puede aceptar es que sea el factor radiactivo el más importante en todas las aguas, pues en este caso, algunos veneros no medicinales en los que se ha demostrado la existencia de cantidades enormes de emanación, debían poseer grandes virtudes curativas y la clínica no la ha sancionado. Por otra parte, ¿cómo vamos a conciliar el crédito de las aguas sulfurosas sódicas, reconocido desde antiguo, con la radiactividad, cuando son de las aguas menos radiactivas? Algunas otras aguas, añade el profesor Pinilla, muy ricas radiactivamente, no tienen en su haber la enorme garantía de éxitos probados que las arriba mencionadas.

Evidentemente resulta prematura la afirmativa o negativa en esta cuestión, ya que los estudios de radiactividad datan de muy pocos años y no es posible desconocer la importancia de la composición química, de la disposición de las sales en iones, de la conductibilidad eléctrica y demás factores y fenómenos descubiertos por la Físico-química moderna en las aguas minerales, pero debe pensarse que la acción radiactiva es capaz de modificar todos esos fenómenos y darlos un carácter especial que les permita influir sobre la salud humana de manera más intensa y efectiva.

Tal vez muchas de las diferencias observadas respecto a eficacia curativa, se deban a mayor riqueza en productos tóricos o actínicos, los cuales según hemos visto superan en muchas enfermedades a los efectos del radio. Sólo un estudio detenido de los veneros medicinales en la forma antes propuesta y en relación con la clínica pueda aclarar asunto hasta ahora tan oscuro.

La radiactividad habrá que tenerla presente en la actuación de toda agua mineral, pero muy especialmente en aquellas aguas cuya composición química es insignificante cuantitativamente y no gozan de otras propiedades, al parecer, que permitan fundamentar su reconocida acción terapéutica.

Estas aguas llamadas termales simples (Duchenoz), ligeras o poco mineralizadas (Herpin), indeterminadas, indiferentes (Durand Fardel), simples, ametálicas, oligometálicas (Rotu-

reau), acratotermas e inermas, ofrecen condiciones radiactivas que se destacan por encima de los otros factores que las integran.

Las aguas acratotermas, nombre introducido en la taxonomía hidrológica por los alemanes, son aquellas cuya termalidad es superior a 20° y en cuya mineralización entran substancias químicas, fijas o gaseosas, que ni por su calidad ni por su energía pueden explicar la eficacia terapéutica reconocida por la clínica.

En las clasificaciones hidrológicas españolas aparecen primeramente las aguas oligometálicas o acratotermas en un luminoso informe oficial subscrito por los afamados hidrólogos Gurucharri, Pinilla y Castells en el año 1911.

Las principales fuentes españolas que quedan dentro de esta clasificación son:

MANANTIALES	Temperatura	Mineralización total	Radiactividad en voltios, hora litro
Caldas de Estrach	41°	0,59	indeterminado
Caldas de Malavella . .	58°	0,69	id.
La Garriga.	46°	0,30	id.
La Hermida.	61°	0,56	2813,8
Solares	30°	0,41	126,72
Alange	30°	0,18	2231,2
Alhama de Aragón . . .	34°	0,61	indeterminado
Alzola.	30°	0,33	64,97
Bellús	28°	0,30	27,7
Sacedón	28°	0,90	indeterminado
Caldas de Oviedo	43°	0,28	858,90
Panticosa (Fuente del hígado).	25°	0,13	750

También las aguas llamadas *acratopegas* caracterizadas por una temperatura constante menor de 20° y menos de un gramo de ácido carbónico nos ofrecen esa misma posiblilidad.

Tales son:

MANANTIALES DE	Temperatura	Mineralización total	Radiactividad en voltios, hora litro
La Aliseda.	19°	0,52	indeterminado
Santa Teresa de Avila.	12°	0,28	456,6
La Alameda	14°	0,52	705,70
Valdelazura	19°	1.00	indeterminado
Moralzarzal	13°	0,13	id.
Corconte	10°	0,52	id.

Pinilla *Muñoz del Castillo*

Muy especialmente en España deben tenerse presentes las llamadas por nosotros aguas nitrogenadas y no admitidas en el extranjero.

Su inclusión en la taxonomía hidrológica es labor puramente española que iniciaron los hidrólogos Arnus, Ferrer y Giménez de Pedro que sancionaron los autores del Annuario, constituyendo con estas importantes aguas una clase caracterizada por su escasa mineralización, abundancia de nitrógeno y carácter terapéutico impreso por este gas. La legitimidad de esta clase o subclase se confirma con el descubrimiento de la radiactividad, dado que todas esas aguas nitrogenadas tienen un carácter radiactivo muy marcado presentando además al lado del nitrógeno gases del grupo de los gases raros argo, neo, cripto, xeno y helio.

La eficacia de estas aguas se halla probablemente en ese complejo gaseoso y muy singularmente en la presencia de emanaciones rádicas, tóricas o actínicas.

Nuestros manantiales de Panticosa, La Aliseda, Caldas de Oviedo, Urberuaga de Ubilla, Santa Teresa de Avila, Tolo, etc., se caracterizan por la presencia del nitrógeno en sus aguas. También algunos otros lo contienen, aun cuando no se consideran como nitrogenados, tales como los de Lierganes, La Puda, etc.

El modo de actuar con las aguas naturales radiactivas es el mismo descrito al tratar de los procedimientos emanoterápicos en las instalaciones artificiales, inhalación, baños, bebida, ionoterapia, etc.

El procedimiento de inhalación se ha perfeccionado en algunos bainearios como el de Teplitz con la construcción de emanatorios exactamente iguales a los descritos, con la sola diferencia de que la radiactividad procede del agua y gases de la fuente convenientemente recogidos con una bomba aspirante.

En España pudieran hacerse emanatorios de esta índole en Panticosa (fuente del hígado) Marquina, Caldas de Oviedo y muy especialmente por el enorme contenido de emanación en Valdemorillo. Es de esperar que nuestras empresas balnearias se decidan a explotar en bien de los enfermos y hasta de sus propios intereses todas las manifestaciones de nuestra riqueza hidromineral.

Las dosis en las inhalaciones balnearias han de estar en relación con la riqueza radiactiva de las fuentes. Seguramente alcanzarán cifras superiores en la mayoría de ellas a las propuestas por Loewental, Gudzent, Fürstember, etc. de 2 a 4 M. E. (160 a 320 voltios) por litro de aire. Así en el emanatorio de Kreuznach, alimentado con los gases de la fuente, se alcanzan cifras de 13,5 a 25 M. E; en Brambach alimentado igualmente con los gases de la fuente de Wettin 10 M. E. y puede comprenderse también la cifra que se alcanzaría si se construyese un emanatorio alimentado por los gases de la fuente española de Valdemorillo que tiene una actividad superior a 50.000 voltios.

Sin embargo en las fuentes medicinales no se puede llegar a las altas dosis de 1.000 y más unidades Mache, propuestas por Lazarus, Noorden, Falta, etc., por lo que algunos autores consideran sólo eficaz la inhalación en las instalaciones artificiales. Esto no se puede admitir porque en la inhalación balnearia hay otros factores, que son excitados por la radiactividad, colocándoles en condiciones de influir sobre la salud humana.

También con los baños se han hecho las mismas consideraciones con respecto a la dosis. Se dice que un baño radiactivo necesita una enorme dosis de emanación para que actúe como tal (10 a 15.000 unidades Mache como el preparado por Strarburger) y esa dosis no puede lograrse con ninguna agua mineral.

En materia de aguas minerales nada se presenta tan sorprendente como la cuestión de la dosis. Los médicos hidrólo-

gos hemos tenido muchas ocasiones de comprobar que dosis ligerísimas de sales minerales contenidas en las aguas producen mayores efectos que las grandes dosis de drogas. Aguas ligeramente alcalinas que saturan fuertemente los ácidos gástricos como no lo lograrían los fármacos antiácidos, insignificantes cantidades de arsénico, de hierro, y de otros metales que llevan las aguas medicinales actúan sobre el organismo humano con una efectividad que no es conseguida por dosis grandes de los mismos elementos en forma de drogas.

De la misma suerte, la radiactividad de las fuentes minerales, no necesita acudir a las dosis extremas del tratamiento con las inhalaciones artificiales para conseguir los mismos y aun mejores efectos que en éstas. Es innegable que las inhalaciones, los baños y demás procedimientos balnearios tienen una eficacia positiva, abonada además por muchos años de merecido crédito.

En algunas aguas minerales existen sales de radio en suspensión en pequeñísimas partículas, que forman al depositarse un sedimento altamente activo, permitiendo la formación de preparados radiactivos que pueden emplearse en compresas, ionoterapia, etc.

También los lodos fuertemente activos, usados desde tiempo inmemorial en algunas termas, permiten tratamientos especiales.

En una palabra, cuanto hemos dicho con respecto a la emanoterapia artificial, es aplicable a las aguas minerales, con la ventaja para éstas de que los efectos son mucho más favorables que con aquellos procedimientos.

Así las enfermedades diatésicas, de la sangre, de los vasos, riñón, sistema nervioso, etc., tratables con relativo éxito con las aguas cargadas artificialmente de emanación, encuentran en las fuentes medicinales su verdadera indicación terapéutica.

Otro importante y eficaz factor de la cura en las fuentes medicinales, lo constituye la atmósfera balnearia.

Es un hecho comprobado por todos los hidrólogos la sensación de bienestar que presentan los enfermos, aun sin participar del tratamiento hidromineral, al respirar la atmósfera balnearia. Especialmente se manifiesta este fenómeno con la at-

mósfera de los lugares donde brotan aguas radiactivas, es decir, en el aire cargado de emanación.

La cantidad de radioemanación contenida por la atmósfera normal es variable como ya hemos dicho y fácil de determinar por la condición que ofrece de dejarse recoger sobre carbón enfriado por el aire líquido

Por este método se ha encontrado que el aire atmosférico contiene por metro cúbico

En Montreal. . 1907	24-27.	10-12 Curies	(Eve, 1917).
En Montreal . 1908	60.	—	(Eve Phil M).
En Chicago . . 1908	86-200.	—	(Ashman, Amer J).
En Cambridge 1908	35-350.	—	(Satterly, Phil M).

Se ve que las variaciones son tan grandes que su valor puede decuplicarse. (Szilard.)

Sabemos por otra parte que la presencia de este gas iontiza el aire atmosférico ejerciendo una notable influencia sobre las condiciones eléctricas de la atmósfera y que éstas a su vez, según modernos estudios, guardan con la salud humana una íntima relación.

Sabemos también (Szilard) «que la tierra posee un campo eléctrico cuyo valor medio es de un voltio por centímetro a contar desde la superficie de la tierra; así los campos eléctricos tienen un valor medio de 100 voltios a la altura de un metro y del orden de 200 voltios a la altura de un hombre. Para ciertos lugares estos valores pueden alcanzar el triple.

»Además de este campo que ofrece mayor o menor constancia, hay en nuestro ambiente otras fuentes de electricidad, principalmente debidas al desplazamiento de capas atmosféricas. Su intensidad puede ser muy grande y son sentidas antes de estallar las tormentas por personas muy sensibles.

»Esta electricidad y aquélla de origen constante, nos atacan en cierta medida, gracias a la conductibilidad atmosférica y, por tanto, si esas fuerzas ejercen influencia sobre nosotros, es merced a los rayos radiactivos, que producirían así una acción secundaria.

»Aun cuando la conductibilidad atmosférica es muy débil y

las cantidades eléctricas que pueden llegar a nosotros por este medio son mínimas, no dejan de ejercer influencia por tratarse de una fuerza perpétua que precede al nacimiento del hombre y no deja de actuar.»

El mismo Szilard ha mandado construir bajo su dirección un sensible aparato que permite hacer ostensible cómo se propaga por el aire la electricidad cuando aquél se ha hecho conductor por los rayos radiactivos.

Basta la presencia de un décimo de miligramo de bromuro de radio para que la aguja del instrumento acuse corrientes eléctricas de 10^{-10} amperios, o sea la diezmillonésima de miliamperio.

Todos los cambios eléctricos del aire deben ejercer en el cuerpo humano una acción que pasa para nosotros desapercibida y sólo en las profundas alteraciones de aquel fluído, ciertas personas hipersensibles se dan cuenta de ellos por la aparición de fenómenos, generalmente molestos, que les acusan.

La sensibilidad de algunas personas a las perturbaciones atmosféricas es tal que predicen los cambios de tiempo por la aparición de sus molestias. Parecen sensibles aparatos receptores que acusan las más pequeñas iniciaciones de cambios meteorológicos, por la aparición de dolores, malestar, nerviosismo, etc.

Especialmente los reumáticos y gotosos muestran esa hipersensibilidad que realmente no es otra cosa que una respuesta reaccional a las corrientes eléctricas que reciben y es un dato importante, la coincidencia de que sean esos enfermos los más intensamente influídos por los tratamientos radiactivos.

Es lo más probable, como de los estudios principalmente de Grabley y Steffens parece deducirse, que los fenómenos de iontización radiactiva aclaren esos hechos y que la conductibilidad eléctrica de la atmósfera adquirida en presencia de la emanación permita registrar al cuerpo de ciertas personas de especial sensibilidad las variaciones de corrientes eléctricas.

En la atmósfera balnearia nos encontramos con un aire fuertemente iontizado donde el flujo y reflujo eléctrico ofrece variaciones menos profundas y por eso tiene esa acción sedante. Al mismo tiempo los depósitos activos que quedan en la su-

perficie del cuerpo son muy abundantes y los sutiles rayos que de ellos parten, representan excitaciones nutritivas, como parecen comprobarlo las observaciones de Kikkoji, que se traducen por aumentos del cambio respiratorio y de materias.

De aquí los efectos beneficiosos de la atmósfera balnearia que cooperan con los de las aguas minerales al crédito de éstas, sancionado desde tiempos pretéritos por la clínica.

La influencia de la atmósfera radiactiva sobre la salud humana se manifiesta en todos los lugares donde el aire se halle cargado de emanación, bosques, valles y montañas y este detalle nos enseña la importancia de aquella propiedad atmosférica.

Los estudios de Climatología han sufrido un notable progreso con el descubrimiento de la radiactividad, aclarándose por este motivo algunos hechos conocidos desde los más remotos. tiempos.

La influencia del llamado *cambio de aires* puede encontrar su explicación en la riqueza radiactiva de la atmósfera. Sabido es que los habitantes de las grandes poblaciones reciben un resurgimiento de sus actividades, agotadas por el trabajo urbano del resto del año, con una pequeña estancia veraniega en el campo, especialmente en las proximidades de bosques, montañas, orillas del mar, etc. Aun cuando en ese fenómeno intervienen muchos factores, reposo, cambio de alimentación, etc., es indudable que toma una parte activa la calidad del aire atmosférico y en este sentido se ha hecho intervenir la pureza de la atmósfera, la riqueza en ozono y otras condiciones. Actualmente caminan las explicaciones por el lado de la radiactividad y es verdaderamente sorprendente la congruencia de ciertos hechos que están confirmados por la clínica.

Así a los reumáticos y gotosos, enfermos sin disputa los más sensibles al tratamiento radiactivo, no les aconsejamos el clima marítimo, ya que la experiencia nos enseña que les es perjudicial. Por el contrario, alcanzan cierto bienestar en balnearios y regiones donde la atmósfera está muy iontizada por las emanaciones radiactivas, aun cuando estas regiones tengan un grado higométrico elevado.

Nosotros hemos tenido ocasión de seguir de cerca este hecho durante los años que hemos regentado la dirección del

balneario de Borines (Asturias). El balneario se halla situado en el ángulo de la conjunción de dos montañas llenas de bosque, surcado por tres lados de arroyos de rápida corriente y sufriendo con bastante frecuencia la pertinaz lluvia de la región asturiana. Todo esto motiva que el aire esté sobresaturado de humedad. Pues bien, los reumáticos soportan ese excesivo grado higométrico sin molestias ni exacerbación alguna de su afección, lo que atribuimos siguiendo a Grabley y otros observadores, a la riqueza radiactiva de la atmósfera, pues las aguas de todos los arroyos, como nosotros hemos demostrado, son altamente activas.

Por el contrario, en sitios secos de la planicie castellana se observan en los gotosos y reumáticos exacerbaciones y pequeños fenómenos de malestar que recuerdan los observados en el clima marítimo.

Algo atrevido resultaría el sacar conclusiones, dado el estado actual de la cuestión, de la influencia de la radiactividad del aire atmosférico sobre la salud humana, pero no cabe duda que hay necesidad de tener en cuenta aquella condición en cuantos casos creamos indicado los cambios de localidad en los enfermos.

XIV. Radiumterapia

La Radioterapia o Radiumterapia como más comunmente se la conoce para evitar la confusión con la Röntgenterapia ha entrado en la práctica médica más rápidamente que lo fué ninguna otra rama terapéutica.

Conocida la inmensa energía desarrollada por el radio, la semejanza de sus rayos con los rayos Röntgen y el empleo terapéutico de estos últimos había derecho a pensar que el nuevo cuerpo ejerceria una fuerte influencia sobre ciertas enfermedades externas a las que dada la penetrabilidad de los rayos rádicos pudiera atacar en su totalidad.

El mismo descubridor Curie entregó en 1900 a Danlos, médico del Hospital de San Luis, París, una pequeña cantidad de sal de radio para que tratara algunas enfermedades de la piel y con especialidad el cáncer. Los resultados obtenidos, a pesar de la rudimentaria técnica, fueron altamente satisfactorios, lo que exigía nuevos ensayos e investigaciones en ese sentido.

Un discípulo de Danlos, Armando Blandamour, hizo públicos los primeros trabajos de tratamiento de lupus con el radio, también con éxitos estimables y expresó la esperanza de lograrlo mayores cuando mejorara la técnica de aplicación.

Más tarde, en 1903, el profesor Exner de Viena dió a conocer dos casos de cáncer tratados con éxito mediante el radio y desde este momento se multiplican los casos y las observaciones, de tal forma, que apenas es posible seguir en su exposición un un orden cronológico.

En esa época inicial de la Radiumterapia figuran de una manera preeminente los ensayos clínicos de Goldberg y London Foveau de Courmélles, Darier, Willians, Abbe, Max Leod, Hartigan, Scholdz, Beclere, Bergonie, Lassar, Mackensie-Davidson,

Cohn, Güssenbuer, Hammond, Krilor, Repmann, Brausteinn, Plimmer, Schlesinger y Borchardt, Buveyron y algunos otros.

Los resultados obtenidos por todos estos investigadores fueron muy desiguales, originándose por ello criterios médicos en la Terapia radiante, tan contradictorios, que no era posible formular un juicio siquiera aproximado respecto a la utilidad de la nueva Terapia.

Algunos médicos se mostraban francamente optimistas y creían haber hallado en el radio el remedio definitivo del cáncer y otros de parecer opuesto no admitían que el nuevo agente terapéutico ejerciera una influencia estimable en aquella enfermedad, y no faltaban por último quienes suponían un efecto dañoso esencialmente cáustico en las aplicaciones radiantes.

Actualmente se comprende la desorientación de los primeros ensayos, cuando como nosotros, para escribir este artículo, se repasan los trabajos originales. Así nos encontramos con los casos de Lassar, quien alcanza resultados muy favorables con un *miligramo* de radio en neoplasmas heteroplásticos; con los de Schlesinger y Borchardt que obtienen mediocres resultados en quince enfermos atacados de carcinoma o angioma utilizando como fuente radiante un *gramo* de radio; los de Bouveyron de Lyon en los cuales se muestra el caso de un lupus rebelde del brazo tratado con éxito por la aplicación de *cinco gramos* de *nitrato de uranio*; los de Goldberg, London y Foveau de Courmelles, quienes también exponen éxitos obtenidos con sales de radio de 240 a 10.000 actividades y con la *pomada de óxido de torio*; los de Plimmer, seguidos de completos fracasos, en diecisiete casos de cáncer tratados con *bromuro de bario radio apenas fluorescente* y otros muchos, que la sola enunciación de la fuente radiante utilizada nos explican el fracaso o el éxito.

Si a esto se añade la rudimentaria técnica, sobre todo lo que se refiere a la filtración de los rayos que hacía posible la manifestación cáustica del radio en todas las aplicaciones, se comprende los distintos juicios formados y la desorientación que reinó durante algunos, aunque pocos años.

La misma imposibilidad de comparar entre sí los resultados obtenidos por los primeros clínicos que utilizaron el radio, dió motivo a nuevas investigaciones con la cooperación de radium-

terapéutas de la importancia de Dominici, Wickham y Degrais Wichmann, Czerny, Bayet, etc., etc.

Las comunicaciones a las Academias y Sociedades médicas se multiplicaron cada día con un carácter cada vez más científico por el estudio de la dosis, por la separación de los rayos y por la aparición comercial de una nueva substancia radiactiva, el mesotorio, estudiado físicamente por Hahn.

A los artículos de revistas y periódicos científicos siguió la publicación de obras especiales de Radiumterapia mereciendo especial mención el libro de Wickham y Degrais donde se expusieron los trabajos de estos afamados radiumterapéutas y la mayor parte de los realizados por otros autores franceses. Especialmente el artículo dedicado a los angiomas es definitivo y acusan una observación exacta.

Este libro cuya primera edición vio la luz publica el año 1908 debe figurar en sitio preeminente en la historia de la radiumterapia.

Poco tiempo despues de la aparición del libro de estos afamados autores franceses, se enriqueció la literatura médica con nuevas obras de Radiumterapia aparecidas en Bélgica, Alemania, Austria, Suiza, Inglaterra, Estados Unidos, Cuba y el Japón, constituyendo hoy una extensa lista, en la bibliografía médica, las obras que se ocupan de estas materias.

Realmente en esta época—1909 a 1912—se hallaban aún los estudios del tratamiento radiante en manos de pocos especialistas, en primer término por la carestía del producto y en segundo lugar porque todavía continuaban las dudas respecto de la eficacia del nuevo agente, habiendo partidarios entusiastas y acérrimos detractores del nuevo remedio, cuando tuvo lugar el congreso de Halle en el cual se expusieron resultados tan brillantes que rápidamente se conocieron por el mundo entero y se trataron de imitar.

En estos años se solicitaron cuerpos radiactivos por todas las clínicas del mundo y constituyen la época del mercantilismo *radiactivo*, con sus grandes fracasos mineros, sus ventas de preparados de radio al 40 % vendidos como puros, la aparición de sociedades y de bancos para la explotación industrial y clínica del radio y mesotorio y la de institutos anunciados con grandes titulares en la última plana de los periódicos.

Por fortuna toda esa explotación industrial ha decaído hoy y la ciencia sigue su paso lento pero seguro y el público distingue lo que hay de sano y fundamental en el nuevo remedio.

Por lo que respecta a España, podemos decir que ha sido una de las naciones que primeramente se incorporaron a los estudios de la Radiumterapia siendo nosotros en 1908 los que iniciamos el tratamiento radiumterápico con tubos y placas de radio procedentes de la casa francesa de Armet de Lisle.

Preparados radiantes

Los llamados aparatos radiantes, no son otra cosa que una cantidad mayor o menor de una sal radiactiva contenida en una substancia que le sirve de vehículo y que se deja atravesar fácilmente por los rayos de aquélla. El ideal sería un trozo metálico de radio envuelto por una substancia, que además de aislarle de las influencias exteriores, dejara pasar la total radiación.

En un principio se utilizaron los tubos de cristal y de caucho que permiten pasar la casi totalidad de la radiación, pero entre otros inconvenientes tenían los primeros la fragilidad, que es una contingencia de consideración en sales que cuestan tan caras, y los segundos el dejarse atacar químicamente por ellas, dando salida a la emanación.

Había que pensar por lo tanto, para encerrar la sal, en una substancia que tuviera las propiedades de impermeabilidad a la emanación y al mismo tiempo permitiera el paso de todos los rayos, y de resistencia a los agentes externos y a las manipulaciones que realiza con ellos el radiumterapéuta.

Esas substancias deben reunir ciertas condiciones de resistencia al calor, humedad, a los antisépticos, a los golpes y sobre todo, a la acción destructora del radio, pues si se dejan atacar por él, se originan pequeños orificios por donde se escapa la emanación, perdiendo el aparato sus propiedades pe-

netrantes, pues como sabemos, a la desintegración de aquel gas se forman los depósitos activos y por consiguiente la emisión de rayos penetrantes.

Han sido utilizadas muchas que sólo reunen algunas de aquellas propiedades (además del cristal y caucho, la mica, plata, aluminio, platino, oro, barniz, etc.) y se trabaja todavía en lograr la más adecuada a estos fundamentos de construcción de preparados radiactivos, con destino terapéutico.

Lo más natural parecía encerrar la substancia radiactiva en un tubo o caja herméticamente cerrada y así se hizo en los primeros ensayos terapéuticos y se sigue haciendo con la sola variación de la substancia empleada de continente, originando ésto las dos formas actuales de aparatos radiantes, llamados tubos y cápsulas y placas.

Tubos.—Es el más sencillo de los aparatos radiantes. Los primitivos eran de cristal cerrados a la lámpara. Tenían el peligro de su fragilidad, por lo que se desecharon bien pronto substituyéndolos por los llamados tubos de Dominici que son de metal (plata, oro, platino, etc.) si bien contienen en su interior muchos de ellos un tubito de cristal con la sal radiactiva.

Los tubos metálicos tienen el inconveniente de reducir considerablemente la radiación global del aparato y según el grosor de sus paredes pueden ser absorbidos no solo los α sinó también los β blandos y medianos, viéndonos obligados con ellos a emplear el método ultra-penetrante y esto no es siempre práctico ni conveniente.

Los primeros tubos metálicos eran de plata de 5 décimas de milímetro de espesor que bien pronto fueron rebajados a 4, y a 3 décimas de milímetro los de platino. Actualmente según las casas constructoras, expenden tubos de platino que contienen en su interior un tubito de cristal con la sal radiactiva y provistos de un sistema de tubitos de recambio de distintos espesores que sirven de filtros.

Las sales de radio atacan a la plata y al aluminio, al que llegan a perforar por el contínuo paso de los rayos, por eso se han desechado estos metales en la construcción de los tubos.

Los tubos metálicos que contienen radio alcanzan una longitud de unos 18 milímetros y un grosor de dos milímetros de

diámetro para 1 centígramo de sal y aumenta la longitud un centímetro por cada nuevo centígramo de aquélla.

Estos tubitos tienen una pequeña asa en uno de los extremos que permite atar un cordonete de seda para que sirva de fiador al introducirlo en las cavidades. Para su conservación, fuera de los momentos de uso, llevan una envoltura a la manera de los estuches de los termómetros, de plata o de plomo, de un fuerte espesor.

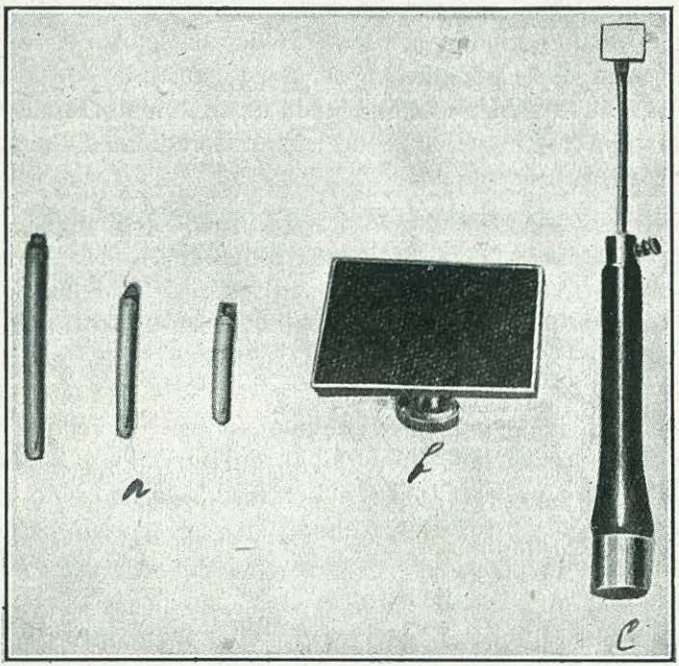


Fig. 26.—Diversos aparatos radiantes: *a*, Tubos, *b*, Placa al barniz, *c*, Placa con su mango.

También algunas casas constructoras expenden los tubos con uno de los extremos a rosca lo que permite atornillarlos en una serie de vástagos flexibles que aceptan la forma que se les quiera dar en relación con el conducto por donde hayan de introducirse.

En realidad cada radiumterapéuta se hace construir los portadores de radio a su deseo obteniendo con esto grandes ventajas económicas, pues de otra manera necesitaría proveerse de

un arsenal especial que suministran algunas casas al precio de 4 y 5.000 pesetas.

A estos aparatos especiales pertenece el modelo de Einhorn para el tratamiento radiante de los tumores del estómago En esencia no es otra cosa que una cápsula de cristal, aluminio o caucho que contiene un tubito con la sal rádica y provista de una pequeña asa donde se ata un fuerte hilo de seda de 75 centímetros de largo que previamente se ha anudado en distintos puntos donde según las experiencias de su autor representan las distancias que separan el cardias de los labios y de la oreja.

La cápsula la traga el enfermo en ayunas, como una píldora y una vez que llega a la parte profunda de la garganta se toma un vaso de agua. Despues de una hora o más de aplicación se saca la cápsula con sumo cuidado.

Otro portador de tubos de radio hoy completamente en desuso es un tirabuzón ideado por Dominici en cuyo eje va el tubito radiante. Su indicación es penetrar en la profundidad de las masas tumorales.

Nosotros, hace ya siete años, hicimos un ensayo con este aparatito y no quedamos con ganas de repetir la experiencia, pues produce dolor, infección al menor descuido y su aplicación no parece nada fácil.

Parecida idea al tirabuzón de Dominici preside la construcción de la llamada aguja de radio, fundamentada en el principio de la la cánula de Dreuw. Lo mismo podemos decir respecto a la sonda botón de radio y al aparato radio-uterino de Wickham.

Hay que convencerse que todos estos portadores de tubos no superan a las sondas ordinarias de goma, a los vástagos metálicos flexibles y a la fijación, variable en cada caso, que utiliza el terapéuta valiéndose de los medios más sencillos, de la substancia radiante.

Muy útiles servicios prestan actualmente las llamadas agujas exploradoras que vienen a substituir a las plumas de aves que usaron lor primeros radiumterapéutas para llevar al interior de los tejidos tumorales los tubos portadores del radio.

Su uso, bastante extendido en Inglaterra obliga a tener el

radio en finos tubitos capilares de cristal que se adaptan al interior de esas agujas o trocares de platino, plata o acero. Especialmente indicadas se hallan en el tratamiento de los tumores con los tubos capilares conteniendo radioemanación.

Por cierto que aquella forma de llevar el radio al interior de los tejidos entraña un problema interesante respecto a la conveniencia de tener las sales radiactivas distribuidas en pequeñas cantidades, cinco miligramos por ejemplo, en muchos tubitos, en lugar de disponer de uno o dos con gran cantidad de sal.

Autores como Walter y Stevenson de la Universidad de Dublin se inclinan del lado de la división, y en verdad que no les faltan motivos, apoyando esa tendencia por los múltiples y pequeños focos radiantes, con el siguiente y expresivo símil «Es preferible, dicen, alumbrar una gran habitación con cien lámparas de 10 unidades bien distribuidas que no con una sóla de mil la cual sería intolerable a la vista». De la misma manera un enorme foco radiante en el interior de los tejidos puede producir una fuerte necrosis y dejar sin influir y hasta excitar el resto del tumor.

Volveremos sobre esto más adelante.

Cápsulas.—Con objeto de aprovechar la mayor parte de la radiación global de la substancia radiactiva, lo cual por las razones antes dichas no sucede con los tubos, y aumentar al mismo tiempo la superficie radiante sin aumentar la sal de radio, se han construído las cápsulas, que son pequeños recipientes de ebonita, caucho endurecido, etc., cerrados por una cubierta de materia muy permeable a los rayos, por ejemplo la mica o el aluminio en lámina muy delgada. Parece innecesario decir que la sal radiante va en el interior de ese recipiente herméticamente cerrado.

La lámina de mica o de aluminio detiene los rayos α pero se dejan atravesar por casi todos los β y los γ.

La forma de estas cápsulas es como quiera el comprador, redonda, oval, cuadrada, etc. y la cantidad de radio lo mismo.

Aparatos a sales pegadas o al barniz, (à sels collés). Placas.

Los dividen la mayoría de los autores de Radiumterapia y las casas constructoras en metálicos o rígidos y telas o flexibles.

Han sido construídos principalmente por la casa francesa de Armet de Lisle y hoy de uso universal especialmente para los dermatólogos.

Los aparatos rígidos están constituídos por una envoltura metálica abierta por una de sus caras destinada a recibir un barniz donde se engloban los granos de la sal radiactiva.

Estos aparatos permiten el paso de la casi totalidad de los rayos, incluso de los α que emitan los granos de radio que hayan quedado más superficiales.

Su forma es por lo general redonda, cuadrada, rectangular, como se quiera, ya que sólo consiste en fijar el radio mediante un barniz especial a la forma elegida.

Por lo general estos aparatos contienen un centígramo de sal de radio (bromuro transformado en sulfato) por centímetro cuadrado.

Al cabo de algunos años el barniz se suele resquebrajar poniendo al desnudo los granos de radio, por lo que conviene vigilar los aparatos de esta índole, a fin de sorprender las primeras iniciaciones de estos deterioros y mandar recomponerlos enseguida.

Estas placas llevan una abertura en rosca donde se atornilla si se quiere el botón o un vástago cualquiera.

Los aparatos flexibles o telas son, como su nombre indica, telas en las que se ha fijado mediante un barniz especial, una sal de radio (sulfato).

Sus ventajas se hallan en la repartición en capas delgadísimas de las sales radiactivas, en la fácil aplicación en grandes superficies y en cavidades, fístulas, etc., pues a causa de su flexibilidad, pueden ser arrolladas, dobladas, etc.

Permiten el paso de la mayor parte de los α y β blandos.

Tienen el inconveniente que se destruyen muy pronto, sobre todo si se doblan con frecuencia para duplicar, triplicar, etc., según el número de dobleces, sus rayos penetrantes. Por eso convienen las de débil actividad y para utilización en grandes superficies donde se emplean extendidas.

Una tela de 1 o 2 centígramos de sulfato de radio por 4 o 6 centímetros cuadrados, resultan ya algo rígidas y desde este punto de vista son preferibles las placas.

Nosotros hemos tenido dos telas de la casa Armet de Lisle, que contenían un centígramo de sulfato de radio cada una y tuvimos necesidad al año de su uso de remitirlas a la casa constructora para ser convertidas en placas, pues se hallaban deterioradas, hasta el punto de estar al descubierto los granos de la sal radiactiva y de perderse algunos.

Por lo demás, podemos decir que es la mejor manera, la más eficaz de emplear el radio, y es lástima que no se pueda vencer la dificultad de conservación que presenta.

La facilidad de conservación está en razón inversa de la eficacia. Los aparatos debían suministrar todos la total radiacción y sólo el radiumterapéuta debía ser el encargado de separar los rayos con arreglo a la indicación que quiera llenar. En esto estamos al lado de Turner, quien, separa el preparado de radio por medio de la mica, el pergamino o algunas hojas de papel. Ya hablaremos de esto más adelante.

Respecto a la esterilización de los preparados de radio, las mismas casas expendedoras dan las reglas necesarias para conseguirla, ya se trate de tubos, placas, telas o de otros preparados cualquiera.

Estas reglas son las siguientes:

Placas ..

No se deben flamear.

Se pueden calentar a 150 en autoclave teniendo cuidado de dejarlas en posición horizontal (posición que debe conservarse hasta enfriamiento) para evitar que pueda derramar el barniz al liquidarse y con él la sal radiactiva.

No deben calentarse más de veinte minutos.

Al sacarlos de la estufa se dejan enfriar quince minutos sin tocar al barniz y siempre en posición horizontal.

Se pueden esterilizar también con un antiséptico cualquiera teniendo la precaución de no dejarlos dentro de él mucho tiempo.

Telas... No deben ser calentadas por ningún procedimiento.

Pueden ser esterilizadas con un antiséptico cualquiera a condición de no dejarlas en él mucho tiempo.

Tubos... Si son de platino se pueden flamear.

No se debe ponerlos al rojo.

Pueden ser esterilizados al autoclave o por cualquier antiséptico, no dejándolo tampoco mucho tiempo y singularmente en el formol.

Los antisépticos líquidos más usados son el permanganato potásico al 1 %, agua oxigenada, bisulfito sódico, sublimado, etc.

En los aparatos al barniz debe proscribirse el alcohol concentrado y el éter.

Pocas veces habrá necesidad de estas desinfecciones si se tiene cuidado de envolver los aparatos con una o dos cubiertas impermeables de caucho. (Véase técnica.)

Sales.—Las sales de radio más importantes son como sabemos el cloruro, bromuro, sulfato y carbonato. Utiles las dos primeras para ser encerradas en los tubos sirven especialmente las segundas para los aparatos a sales pegadas. La razón se halla en la solubilidad e higroscopia de las primeras, que serían disueltos sus cristales por el barniz al preparar aquellos aparatos.

El tipo de sal es el bromuro de radio hidratado (Br_2 Ra, H_2 O) y puro. Como la radiación depende exclusivamente del contenido de radio de la sal, el poder radiactivo de ésta será diferente según la cantidad de radio que entre en el compuesto; de aquí que cuesta más caro por ejemplo, el carbonato (CO_3 Ra) que el cloruro (Cl_2 Ra).

Las sales del comercio no se ofrecen puras, llevan siempre consigo una grande o pequeña cantidad de bario. Esto depende del grado de concentración a que se haya llegado al prepararlas.

Las llamadas puras, al 100 % para uso de los radiumterapéutas no lo son tampoco, conteniendo un tanto por ciento muy

crecido de bario. Un grado de pureza casi absoluto en estas sales les hace subir el precio de un modo inverosímil.

Su venta por el comercio se hace sin embargo como si fueran puras, es decir, que cuando compramos 10 miligramos de una sal de radio, nos darán 15, 20 o más miligramos, según el grado de concentración, pero la energía radiactiva corresponde a la que suministran exactamente 10 miligramos de sal pura.

En los aparatos a sales pegadas o coladas se emplean estas a la mitad, al tercio, al décimo, etc., en los cuales una parte de la sal radiactiva está mezclada a una, tres etc., partes de sal inerte, así 50 miligramos de actividad de 2.000.000 de 1.000.000 de 200.000 significan estar el contenido de radio al 50, 25, 5 % respectivamente.

El crédito de ciertas casas proveedoras de radio como de la Armet de Lisle, Paris; Michael, Frankfort s, M. Siemens, Brothers, & C., Londres; Auergesellschaft, Berlin, etc., ctc. y los certificados de garantía de los laboratorios oficiales son las únicas seguridades que puede alcanzar el médico de que sus aparatos contienen la cantidad de sal comprada.

Claro es que también se pueden medir si se dispone (véase página 61) de medios y de prácticas de estas medidas.

Actualmente y después de haberse vencido ciertas dificultades, se van a construir unos aparatos que por un procedimiento sencillísimo darán la medida del radio; una especie de galvanómetro que acusa rápidamente la energía radiante de un preparado cualquiera.

Falta hace un aparato así, para que cese la era de comerciantes sin conciencia y la ilecitud de ciertas ventas de sales radiactivas cuyo valor real es la mitad o la tercera de lo que se ha pagado por ellas.

Nosotros hemos tenido ocasión de saber de alguna de estas ventas y recibido ofrecimientos de agentes comerciales, que, con garantía de una serie de certificados de laboratorios particulares y muchos de ellos apenas conocidos, ofrecen sales de radio de las que el médico debe desconfiar.

Hay otros aparatos radiantes constituídos por radioemanación condensada introducida en un tubo herméticamente cerrado. Como a la desintegración de ésta se deben los depósitos

que emiten rayos penetrantes se comprende la utilidad de estos preparados que además tienen la ventaja de su poco precio cuando en la población donde se usan hay un laboratorio capaz de captar la emanación en esas condiciones.

La idea se debe a Ramsay y los resultados clínicos alcanzados por este medio son satisfactorios, pero todavía no resulta práctico para el médico particular y sólo sí para esos grandes institutos donde se pueden constantemente substituir a poco precio los tubos que se vayan gastando.

Ultimamente se utiliza el bromuro de bario-radio como manantial de emanación.

Otro preparado de radioemanación es la *rademanita* de Schuller.

Está fundada su preparación en la facilidad que posee el carbón de acumular grandes cantidades de aquel gas radiactivo, hasta el punto de que un gramo de carbón puede adquirir una potencia radiante equivalente a 25 miligramos de radio.

Ha sido introducido en la práctica médica por el profesor Fischer de Viena, quien ha obtenido con la rademanita efectos semejantes a los alcanzados con el radio y mesotorio.

Todos estos preparados de emanación son, como decimos más arriba, solamente prácticos en las poblaciones donde hay centros que los fabrican y expenden a poco precio, puesto que dada la cortísima vida de estos preparados, su adquisición en otras condiciones sería muy costosa.

En este sentido se comprende la instalación en España de centros donde se capte la emanación (condensada o acumulada) facilitándola a bajo precio, y no el error actual que padecen de alquilar sales rádicas, encareciendo notablemente el tratamiento.

Filtros

Cuando se aplica un preparado de radio sobre la piel, los rayos α son detenidos en la superficie, los β penetran más o menos profundamente con arreglo al grupo que pertenezcan, (blandos medianos o duros) y los γ lo hacen muy profundamente como los más penetrantes que son.

De esta suerte tenemos establecida una filtración natural de los rayos rádicos por los tejidos orgánicos que podrá ser util en las aplicaciones radiactivas de poca duración pero grandemente perjudicial cuando queremos actuar mucho tiempo en un determinado punto.

De aquí la necesidad de la filtración de los rayos a través de ciertos cuerpos que absorben unos y se dejan atravesar por otros.

Para la más fácil comprensión del filtraje radiante recordaremos las características de los tres distintos grupos de rayos.

Los rayos α como sabemos son partículas materiales cargadas positivamente y son detenidas en su recorrido por una hoja de papel, unos centímetros de aire, etc. En los aparatos radiantes de uso médico no merecen estos rayos tenerse en cuenta, pues tanto en los tubos donde son absolutamente absorbidos por sus paredes, como en los aparatos al barniz donde lo son por éste, los rayos α no salen al exterior o salen en cantidad pequeñísima (sólo en los aparatos al barniz donde queden muy superficiales los granos del sulfato de radio).

Por otra parte, en el caso de que salgan algunos rayos α, serán absorbidos por el papel, el algodón, la gasa o el caucho que siempre deben llevar cubriendo los preparados de radio.

Los rayos β son electrones y constituyen un grupo muy heterogéneo desde el punto de vista de su penetrabilidad; hay β

que son absorvidos casi enteramente como los α y otros que atraviesan láminas de plomo de algunos milímetros. Entre estos dos extremos se desarrollan otros con penetrabilidad media.

Esta división de los β en blandos, medianos y duros según su grado de penetrabilidad, aun cuando demasiado arbitraria tiene valor para el radiumterapéuta, pues le da un fundamento aproximado para el filtraje de tan interesantes rayos.

Prácticamente podemos considerar como β todos los rayos que pasan a través de una centésima de milímetro de aluminio y no logran atravesar un centímetro de plomo. Como se ve ofrecen un campo muy extenso que obliga a establecer diferencias entre ellos.

Así, consideramos como β blandos los que atraviesan una hoja de aluminio de un $^1/_{100}$ de milímetro y son absorbidos por un décimo de milímetro de plomo; β medianos los que son detenidos por tres milímetros de plomo y duros los que necesitan para su detención un centímetro de plomo. (Fig. 27.)

Claro está que esto no es absoluto, pero para el radiumterapéuta tiene casi el mismo valor que si lo fuera.

Si consideramos un haz de 100 rayos β que tocan láminas de plomo de distinto grosor tendremos que

Grosor de la lámina	penetraron
0,115 mm.	40,0
0,23 »	24,0
0,34 »	17,3
0,57 »	12,2

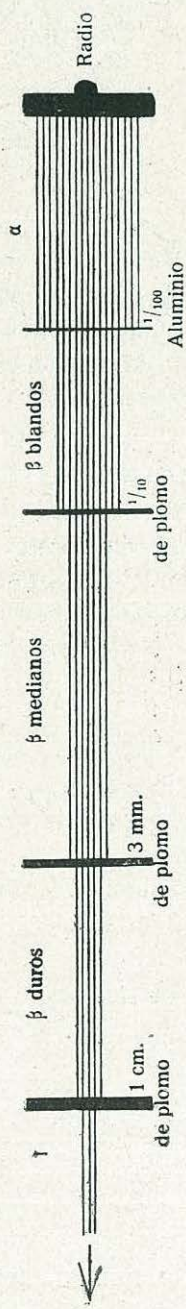


Fig. 27.—Representación esquemática de la absorción de los rayos α, β y γ por las pantallas metálicas.

Grosor de la lámina	penetraron
0,80 mm.	10,5
1,0 »	9,6
1,5 »	9,0
3,0 ctm.	7,0
4,5 »	5,9
5,3 »	0,4

Resulta de todo esto que aunque consideramos como rayos γ todos los que atraviesan un centímetro de plomo, no lo son en realidad, pues eso hacen también un determinado número de β. Ahora bien, todos ellos unidos constituyen la radiación ultra penetrante y sus efectos biológicos son semejantes.

La absorción de los γ por las distintas substancias aumenta con el grosor de la capa de éstas a la que es, en cierto grado, proporcional.

El coeficiente de absorción μ se expresa en la siguiente tabla tomada de Curie. Se utilizan como se ve distintas substancias absorbentes con distinto espesor y una vez que los rayos pasaron una hoja de plomo de 8 mm.

	1=2,5 mm.	1=5 mm.	1=10 mm.	1=15 mm.
Platino μ.	1,167			
Mercurio.	0,726	0,661	0,538	0,493
Plomo. . .	0,641	0,563	0,480	0,440
Cinc.	0,282	0,266	0,248	0,266
Aluminio	0,104	0,104	0,104	0,104
Vidrio. . .	0,087	0,087	0,087	0,087
Agua. . . .	0,034	0,034	0,034	0,034

La relación del coeficiente de absorción con la densidad de la substancia es el siguiente:

	1=2,5 mm.	1=5 mm.	1=10 mm.	1=15 mm.
Platino $\frac{\mu}{d}$.	0,054			
Mercurio.	0,053	0,048	0,039	0,036
Plomo. . .	0,056	0,049	0,042	0,037
Cinc.	0,039	0,037	0,034	0,033
Aluminio	0,038	0,038	0,038	0,038
Vidrio. . .	0,034	0,034	0,034	0,034

No todos los γ parecen tener el mismo grado de penetración como Rutherford y Richardson han demostrado con los procedentes del radio B. Este radio, según los referidos autores, da dos distintos grupos de gamma, de los cuales el uno, extremadamente blando, es prácticamente absorbido por 4 décimas de milímetro de aluminio, mientras que el otro es muy duro, aun cuando no tan penetrante como los procedentes del radio C.

Todas estas circunstancias hay que tenerlas presentes cuando pretendemos filtrar los rayos del radio para los usos terapéuticos.

Esta filtración se realizará a través de todos los cuerpos que se interpongan entre los rayos y el tejido a tratar. De suerte que actuarán de filtros el barniz de los preparados de radio, el metal de los tubos, el cristal, la gasa, el algodón, el caucho, el aire y los mismos tejidos orgánicos, pero en este lugar al hablar de filtros, hemos de referirnos exclusivamente a las pantallas metálicas que se aplican a los aparatos radiantes con aquel determinado objeto.

La filtración que puedan sufrir los preparados de radio por la materia de su construcción debe ser conocida por el radiumterapéuta y descontada en todas las aplicaciones.

Por eso también los mejores aparatos son aquellos que ofrezcan la mayor radiación global, como sucede con los aparatos al barniz y con los tubos de vidrio. En los metálicos se halla muy reducida aquella, perdiéndose hasta los γ que emite el radio B.

Cualquier metal puede servir de filtro, pero los más frecuentes son: la plata, aluminio, niquel, latón niquelado y plomo.

De ellos los más usados son el aluminio, la plata, el latón y el plomo.

El aluminio tiene la ventaja de que permite obtener hojas hasta de $^1/_{100}$ mm. Hay otras de 0,01, 0,04, 0,08 y 0,10 mm. Se pueden usar otros espesores, pero si son grandes pierden la condición principal que ofrece el aluminio que es la flexibilidad.

Del niquel se fabrican láminas de una dos y cinco décimas y también de un milímetro.

De plata y latón niquelado las hay desde algunas décimas de milímetro hasta de 10 milímetros.

Son buenos filtros pero los gruesos menos manuables que el aluminio y plomo.

Este último es un excelente filtro y se fabrican láminas hasta de un décimo de milímetro. Tienen el inconveniente del peso en las pantallas algo gruesas, que dificulta la fijación del radio en ciertas regiones del cuerpo y en las aplicaciones de larga duración.

En cambio su flexibilidad le permite adaptarse a todas las formas lo que resulta muy ventajoso.

Como los rayos γ lo mismo que los Röntgen producen rayos secundarios, tanto más absorbibles cuanto más denso sea el metal que atraviesan los primeros; el filtro de plomo ofrece por este concepto el peligro de la producción de aquéllos.

Este peligro se evita con la envoltura del preparado con su filtro en varias hojas de papel negro que absorben los rayos secundarios irritantes.

La intensidad de los rayos secundarios en acción común de β y γ, solo de los γ y de los rayos Röntgen se puede apreciar en la siguiente tabla que tomamos de Curie.

	Rayos β y γ	Rayos γ	Rayos Röntgen
Plomo...	100	600	100
Cobre...	57	61	291
Latón...	58	59	263
Cinc.....	57	—	282
Aluminio	30	30	25
Cristal...	31	35	31
Parafina.	12	20	125

Estos datos deben tenerse presente en el empleo de los filtros y de ellos se deduce que se puede aminorar el peligro de los rayos secundarios con el uso de filtros ligeros. Mejor será sin embargo revestir bien de papel el aparato con su filtro, pues todos aquellos rayos son, según Kleeman, muy absorbibles aun los tres distintos grupos de gammas estudiados por el citado autor.

Además de los filtros hay que tener en cuenta para la posible producción de rayos secundarios las llamadas pantallas protectoras.

Estas, como su nombre indica, tiene por objeto proteger los tejidos sanos del ataque del radio y para ello se usa el plomo, por su fuerte densidad y por la fácil adaptación a todas las superficies, que ofrecen las láminas del referido metal.

Como el preparado radiactivo toca por sus bordes a las pantallas protectoras, convendrá, para evitar la formación de rayos secundarios, forrar aquéllas con papel negro o huata.

Técnica de aplicación

Conocida la capacidad radiante de los preparados de radio y conocidos también los filtros mediante los cuales modificamos a voluntad las condiciones de aquéllos, vamos a describir ahora los procedimientos de aplicación terapéutica.

Estos procedimientos entrañan la duración de las sesiones radiantes, el filtraje terapéutico y los modos de llevar la substancia activa a los órganos o tejidos enfermos.

Duración de las sesiones.—En realidad es este un punto que cae de lleno dentro de la dosificación terapéutica, pero como nosotros no tenemos de la referida dosificación otra idea que la representada por el tiempo de aplicación radiactiva y el filtraje empleado, conviene fijar el concepto *duración* en general como un adelanto del concepto *dosis*.

El tiempo que puede la substancia activa estar aplicada a los tejidos orgánicos es de lo más variable y depende de la potencia del aparato, de los filtros, de la supuesta resistencia del punto tratado y del efecto que queramos producir.

Podemos, siguiendo a Wickham, dividir estas sesiones desde el punto de vista del tiempo, en cortas, medianas y largas.

Sesiones cortas serán aquellas cuyo tiempo de aplicación oscile entre un minuto y una hora.

Pueden realizarse porque se trate de una lesión superficial y nos basta con excitar los tejidos (ezcema), porque el prepa-

rado radiactivo que empleamos sea demasiado potente y con filtros ligeros (angiomas planos) o porque la región o las condiciones del paciente no permitan prolongar mucho tiempo el contacto de los aparatos radiantes (conjuntiva).

Estas sesiones corresponden casi por entero al tratamiento dermatológico.

Como sesiones de duración media se admiten las de una a cinco horas. Es un tipo de duración muy frecuente y de gran utilidad, bien porque se busque la acumulación de dosis, cuando son muy repetidas, bien porque la potenciabilidad de las substancias radiactivas sea suficiente a producir el efecto deseado.

Sesiones prolongadas son aquellas que pasan de cinco horas y llegan a setenta, ochenta y más horas. Estas aplicaciones exigen siempre filtros densos y gruesos que eliminen todos los rayos blandos, comprendiendo en esta denominación todo el grupo de los β.

En sesiones tan prolongadas se puede conseguir todo el efecto terapéutico buscado, con una sola aplicación radiactiva.

Por lo general se necesitan varias y este fraccionamiento de las aplicaciones es la base del tratamiento radiactivo.

Dos tendencias se marcan en este sentido. Utilizar la mayor cantidad de substancia radiactiva y el mayor tiempo posible de aplicación, en una o en muy contadas veces, o por el contrario, fraccionar el mismo tiempo de aplicación en varias sesiones con pequeños espacios de reposo.

La primera tendencia ofrece más inconvenientes que ventajas y sólo disponiendo de cantidad de radio que permita tratar todas o casi todas las zonas del tumor puede ser aceptado.

Tratar setenta o más horas un solo punto con una cantidad crecida de radio ofrece serios peligros representados por los focos de necrosis y la excitación proliferativa de las zonas no atacadas. La literatura médica está llena de fracasos por el uso del radio y mesotorio en sesiones prolongadas. Se citan dos casos de perforación del corazón y uno de aorta.

Estas grandes dosis deben proscribirse, orientándose el terapéuta en este interesante punto, recordando los dos grandes peligros de la Radiumterapia; los focos de necrosis de las grandes dosis y la excitación al crecimiento, de las pequeñas.

Cuando tratemos de la parte clínica de esta Obra volveremos sobre tan interesante tema.

Actualmente casi todos los radiumterapéutas se inclinan por las dosis moderadas repetidas en relativo poco tiempo (cada dos días, por ejemplo), para evitar la excitación proliferativa de las neoplasias y los posibles fenómenos de inmunidad radiactiva, que pueden adquirir los tejidos, cuando se prolonga el tiempo de reposo.

Las ventajas que ofrece esta segunda tendencia, están representadas, por la dosificación más gradual, por tratar varias áreas del tumor y sobre todo por la acumulación de la dosis.

Sabemos que todo lo que se refiere al radio, presenta el fenómeno de la acumulación. Se acumulan las sales radiactivas en el organismo que por cualquier procedimiento hayan sido introducidas y se acumulan igualmente las dosis de rayos recibidos por un órgano o tejido.

Esta acumulación no parece representar una simple suma, sino más bien una multiplicación, por lo que dosis pequeñas y repetidas pueden conseguir efectos biológicos que superen los conseguidos con dosis mayores administradas en una sola vez.

Filtraje de los rayos.—Es otro de los medios que nos permite modificar a voluntad la acción de las subtancias radiactivas. A no contar con ellos nos veríamos obligados a variar el tiempo de aplicación como único recurso de técnica.

Esto tendría el inconveniente de conservar la heterogeneidad propia de los rayos del radio y por lo tanto la de su acción desigual sobre los tejidos, impidiéndonos el actuar mucho tiempo con un fuerte manantial radiante sobre un punto determinado.

Gracias a la filtración obtenemos un compuesto de rayos bastantes homogéneos, cuyas propiedades biológicas son casi las mismas, alejando el temor de acciones desiguales.

El filtraje de los rayos constituye el punto más interesante de la técnica radiumterapéutica y debe todo médico que maneje substancias radiactivas prestar gran atención al conocimiento de los filtros, pues sólo de esa manera sabrá en todo momento la potencia y condición de sus aparatos.

Hay que tener en cuenta que la total radiación del radio

no se puede utilizar nunca ya que parte de los rayos son absorbidos por el portador que le contiene. Sobre todo si son tubos metálicos descontaremos los alfa y beta blandos que son absorbidos por las paredes de aquél, de suerte que aun aplicados sin otra envoltura ya se ha realizado una filtración. Los aparatos a sales coladas o pegadas dejan pasar mayor cantidad de rayos incluso alfas, lo que no debe olvidarse.

En los preparados de mesotorio, aun cuando este elemento no emite rayos α, *debe recordarse que acompaña siempre un 25 % de radio con sus α correspondientes.*

Estas filtraciones propias de la construcción de los aparatos no forma parte del filtraje terapéutico, por lo que cuando decimos «sin filtraje» nos referimos al empleo del elemento activo sin filtros yuxtapuestos y mejor todavía sin filtros metálicos.

Las aplicaciones de las substancias radiactivas no se emplean nunca al descubierto sino que se recubren de una hoja de papel negro y una cubierta de caucho. Este proceder tiene las ventajas de la detención por aquellas materias de los rayos más absorbibles, de conservar aséptico el aparato y en su mayor potencial radiante.

Las aplicaciones sin más filtraje que las hojas de papel y la cubierta de caucho exigen poco tienpo de actuación, superficialidad de las lesiones o conveniencia de destruir tejidos. Fuera de estas condiciones, la filtración através de las láminas metálicas se impone.

La filtración metálica ofrece extremos tan alejados como los que resultan de la yuxtaposición de finísimas hojas de aluminio a varios milímetros de plomo, plata o latón niquelado. La regla que condiciona estos extremos se halla en el tiempo de aplicación, en la profundidad lesional y en la existencia de tejidos sanos intermedios.

Cuando estas condiciones son positivas la filtración se hace a través de metales densos a fin de no dejar pasar otros rayos que los gamma y betas duros (radiación ultra-penetrante de Dominici), rebajando el espesor y la densidad de aquéllos a medida que disminuyen la profundidad de la lesión y los tejidos sanos intermedios entre ésta y la fuente radiante.

Claro es que con el método ultra-penetrante hay necesidad de prolongar mucho tiempo la aplicación. Sin embargo, en las aplicaciones directas sobre las masas tumorales, conviene tratar el mayor numero de áreas de la neoplasia aun a costa de un menor tiempo de aplicación.

Tampoco es necesario una filtración intensa cuando son introducidos los tubos en plena masa tumoral y nunca en forma de aislar en absoluto los gammas, pues todavía se halla en litigio si son éstos o los betas los rayos terapéuticos.

El profesor Joly ha logrado, mediante la multiplicación de las fuentes radiantes introducidas en las masas tumorales, la mayor homogeneidad en los rayos con el mínimo de filtración.

Indudablemente la tendencia clínica del momento se dirije a la disminución del tiempo de contacto de los rayos en los tejidos y al aprovechamiento de la mayor parte de la totalidad de la radiación: Volvemos a la «radiación compuesta» de Wickhan utilizada hoy dia, con un mejoramiento de técnica fundamentada principalmente en la multiplicación de las fuentes radiantes y en su mayor grado de penetración.

Vemos pues, como podemos condicionar la radiación de nuestros aparatos, deteniendo voluntariamente unos rayos y dejando pasar otros, según la capacidad de penetración que poseen, pero nos falta todavía emplear aislados el interesante grupo de los beta. Se ha intentado utilizar su enorme separación por los campos magnéticos y eléctricos para dejarlos caer sobre un plano distinto que los otros rayos, pero todavía esta modificación no se ha facilitado a la práctica de la terapia radiante.

Modos de aplicación.—La aplicación terapéutica de los aparatos radiantes es sencilla y se reduce a poner en contacto de la lesión, la substancia radiactiva.

Las dificultades surgen con el lugar de la aplicación, (cavidades, conductos, etc.) y el modo de ser vencida será expuesto en la parte clínica.

Ahora nos limitaremos a una exposición general y siguiendo a Wickham y Degrais estudiaremos las aplicaciones sobre la superficie cutánea o externas y las realizadas en conductos, cavidades, fístulas, etc. o internas.

Cuando la aplicación tiene lugar sobre la superficie tegu-

mentaria, bastará fijar la substancia activa con unas tiras de aglutinante. En las cápsulas de radio y de mesotorio que llevan tornillo botón, pueden fijarse pasando éste por un ojal que se hace en una venda.

Si la lesión es más pequeña que el aparato radiante, necesita proteger los tejidos sanos con una pantalla de plomo de 4 a 6 décimas de milímetro de espesor, recubiertas de papel negro, con objeto de prevenirse contra los rayos secundarios que pudieran originarse al contacto de aquélla con el radio.

Así por ejemplo, queremos tratar un pequeño queloide de la cara que ocupa próximamente un centímetro cuadrado con una placa de cuatro centímetros. Empezaremos por perforar la lámina de plomo haciendo un orificio que circunscriba los bordes de la lesión. Se fija esta pantalla con unas tiras de aglutinante y sobre ella, el aparato radiactivo, puesto en inmediato contacto con la lesión. Por encima de todo, se pasa una vuelta de venda que se fija con un imperdible.

Los aparatos podrán o no ser provistos de filtro, pero no se debe nunca dejarles en contacto con los tejidos sin envolverlos en algunas hojas de papel negro y una cubierta de caucho. Nosotros usamos con este objeto los preservativos ordinarios por tratarse de goma recubierta con barniz impermeable. Ponemos según las regiones y calidad de la lesión una o varias envolturas.

Cuando la aplicación se hace sobre extensas superficies con sesiones cortas, se utilizan las placas y cápsulas enmangadas y el mismo paciente las va colocando en las zonas que haya de tratar.

Las aplicaciones internas no son tan fáciles, sobre todo por la fijación de los tubos. Generalmente éstos se introducen en los conductos orgánicos mediante los distintos portadores que mencionamos al hablar de los preparados de radio, sondas, tallos flexibles, pinzas, etc., y una vez llevado aquéllos sobre la lesión se dejan allí, taponando, si es posible, con objeto de mantener el contacto con ella. Excuso decir que en todos estos casos conviene fijar al aparato radiante un cordonete de seda para facilitar la extracción.

Podemos, claro es, colocar sobre la lesión en todos los ca-

sos uno o varios aparatos radiactivos dejándoles que actúen con cierta independencia uno de otros o bien oponiéndoles de dos en dos para ejercer el llamado «feu croise» (Wickham y Degrais).

Este modo de aplicación tiene según sus autores las ventajas de una distribución radiante más homogénea en los tejidos y más intensa acción en la profundidad de éstos.

Evidentemente que es un gran procedimiento ya que la acción radiactiva está fundada en no dejar ni una sola célula tumoral sin ser tocada por los rayos, y oponiendo unos a otros varios aparatos, naturalmente se facilita esta posibilidad.

El procedimiento moderno de los tubos capilares especialmente empleado por Stewenso en Irlanda, tiende al mismo fin. Una serie de agujas que contengan el radio o la radioemanación en su interior, introducidas en la masa neoplásica, son varios aparatos en fuego cruzado, con la ventaja de que éste se realiza en la profundidad lo mismo que en la superficie.

Otro procedimiento de actuar con el radio es la aplicación a distancia. Iniciado por Bongiovani y Bayet tiene también algunas ventajas, representadas principalmente por facilitar la radiación de grandes superficies con un solo aparato y en una sola sesión.

La técnica de este procedimiento se reduce a circunscribir la lesión por la base de un cono hueco de plomo, en cuyo vértice truncado se coloca el aparato de radio. El tiempo de exposición, ha de ser naturalmente tanto más grande, cuanto mayor sea la superficie y menor la potenciabilidad del aparato. Nosotros hemos obtenido con este procedimiento grandes éxitos en el tratamiento del lupus eritematoso y de algunas otras afecciones de la piel.

Contrario al procedimiento a distancia, es el de introducir los aparatos radíferos en plenas masas tumorales. Realizado primeramente por Abbe y Morton se ha querido propagar el procedimiento, con la construcción de algunos aparatos especiales para facilitarle. Ninguno responde a la idea de su construcción, por lo que habrá que utilizar para aquel fin, el bisturí, los trocares, las agujas gruesas de platino, etc.

Todos estos modos de aplicación del radio son extensivos

al mesotorio, del que daremos, así como del torio X, algunas noticias.

Mesotorio y Torio X.—Recordando lo dicho del mesotorio en la Parte Física, hay que dejar bien grabados dos detalles; el más pequeño poder penetrante de sus rayos β, comparados con los del radio y el 25 % de este último cuerpo que lleva el mesotorio del comercio.

Para su aplicación, se utilizarán los mismos preparados que para el radio, cápsulas, placas al barniz, tubos de cristal y metálicos. En los filtros se emplea caucho, papel, aluminio $^1/_{10}$, $^1/_5$, $^1/_2$, 1 mm. de plata, latón niquelado, plomo, etc.

Las horas de aplicación y cuantos detalles de técnica hemos expresado para el radio, son aplicables también al mesotorio.

El torio X se aplica en inyecciones subcutáneas, intravenosas, intratumorales (Cerny, Caan), mezclado con sílice pulverizada, píldoras, etc., (Werner).

Con el actinio también se ha querido utilizar su radiación en el tratamiento de las neoplasias, valiéndose de inyecciones del actinio X.

Resumiendo lo que llevamos dicho respecto de la técnica radiante, se pueden dictar ciertas reglas que permitan al radiumterapéuta novel, orientarse en el uso terapéutico del radio.

Estas reglas son:

1.ª El tiempo de aplicación rádica, está en razón directa de la profundidad de la lesión e inversa de la intensidad del aparato.

2.ª A mayor superficialidad de la lesión, filtros menos densos.

3.ª La multiplicidad de áreas de tumor tratadas, facilita el resultado terapéutico, evitando los peligros de las grandes dosis suministradas en una sola vez.

4.ª La repetición de las aplicaciones, deben hacerse sin grandes intérvalos de tiempo, a fin de acumular los efectos y prevenirse contra los fenómenos de inmunidad radiactiva.

5.ª Varios aparatos radiantes son más eficaces que uno solo, aun cuando la cantidad de radio de éste sea la suma de la contenida en aquéllos.

Efectos de la radiación sobre los tejidos normales y patológicos

Tejidos normales.—Cuando tratamos de la acción biológica de la radiactividad, dejamos a propósito para esta ocasión el exponer el efecto de los rayos radiactivos sobre algunos tejidos normales y patológicos.

Entre aquéllos figura la piel, cuyas modificaciones por efecto de los rayos han sido de las mejor estudiadas.

La acción de los rayos radiactivos sobre la piel depende en primer término de la potencia del preparado radiante y de la cantidad de rayos fácilmente absorbibles. London investigó la acción mínima que ejerce sobre la cubierta tegumentaria una cantidad de radio (18 miligramos), aplicada durante breves momentos, un cuarto, medio y un minuto, en la parte interna del brazo, observando que basta un cuarto de minuto de aplicación para producir una mancha rojiza, la cual se presenta algunos días después de la radiación sobre el punto atacado. Esa mancha se va obscureciendo poco a poco y desaparece al cabo de un tiempo variable según el grado de perturbación del pigmento cutáneo, habiendo observado London, casos de persistencia de más de dos años.

Nosotros hemos hecho observaciones semejantes aplicándonos en la piel de la cara interna del brazo 30 miligramos de radio, por espacio de algunos minutos, produciendo una mancha rojo-morenuzca que ha persistido durante once meses.

Claro es que estas aplicaciones son hechas sin filtro ninguno y durante breves momentos, por lo que pueden considerarse como efecto mínimo del radio y sobre todo de los rayos blandos, el ligero eritema y mancha consecutiva que se presenta en la piel a consecuencia de aquellas actuaciones.

El curso del eritema, que tiene todo el aspecto del eritema

lumínico, comprende un período de descamación ligera (18 a 22 días) y desde entonces se inicia la desaparición.

Si, en lugar de tan breves momentos, aplicamos el radio durante quince a veinte minutos, por ejemplo, se observa al cabo de algún tiempo la coloración rojiza del punto atacado, que aumenta durante algunos días en intensidad y da origen a la formación de una ampolla blanco amarillenta que puede secarse o abrirse dando salida a un líquido viscoso de la misma coloración y dejando una úlcera por la que rezuma abundante líquido de aquella naturaleza. Esta ulceración tarda mucho tiempo en curar, pero al fin, después de concretarse el líquido en una costra, termina convirtiéndose en una cicatriz blanco-nacarada.

Con mayor tiempo de exposición o con más intensidad de rayos, se llegan a producir fenómenos destructivos de la piel con intensos focos necróticos.

Las alteraciones histológicas que acompañan a estos fenómenos consisten en degeneraciones vasculares, especialmente del endotelio, epitelio y tejido conjuntivo (Halkin) y secundariamente dilatación vascular con emigración de células eosinófilas y linfocitos e infiltración inflamatoria (Thies).

Estos fenómenos son más manifiestos en la superficie que en la profundidad y decrecen a medida que se va hacia ella.

Todos estos fenómenos han sido muy bien estudiados en los animales por Dominici y Barcat cuyos trabajos aparecidos en *Archives Générales de Medicine* extractamos a continuación. Los animales útilizados para las experiencias fueron los cobayos y la fuente radiante una placa a sal pegada con un poco más de seis miligramos de sulfato de radio puro.

El aparato fué colocado sobre el mismo punto de la piel del cobayo cinco minutos durante diez días, es decir, radiando ese punto cincuenta minutos. Diez días depués de la iniciación de las experiencias se presentaron los fenómenos eritematosos, después los erosivos, formándose más tarde una costra que cayó a la quinta semana dejando una cicatriz blanca, depilada, lisa y flexible.

Las modificaciones histológicas sufridas por la piel son las siguientes: «Ocho o diez días después de la iniciación de la experiencia, la epidermis es asiento de lesiones irritativas que se

caracterizan por modificaciones de estructura de las células y el edema intercelular. Las células epidérmicas se hipertrofian y la hipertrofia comprende el cuerpo y el núcleo que cada vez se ofrece más irregular, mientras que se espesan y se hinchan las trabéculas cromatínicas y el nucleolo.

»Hacia la quince o veinte semana, el epidermis se despega, se levanta y cae en totalidad o en parte; al mismo tiempo, los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas, sufren una degeneración granulo pigmentaria que conduce a su destrucción.

»El dermis es a la vez asiento de una congestión intensa y de un principio de transformación embrionaria que se acentúa en la fase siguiente que sigue al período de cicatrización.

»En este período, es decir, treinta o cuarenta días después del principio de la experiencia, el revestimiento epidérmico está reconstituído, mientras que los pelos, las glándulas sebáceas y las glándulas sudoríparas quedan definitivamente destruídas. El tejido conjuntivo se halla completamente desfigurado pasando del estado adulto al embrionario. Los fascículos conjuntivos y las fibras elásticas han desaparecido casi completamente y son reemplazadas por innumerables células conjuntivas fusiformes y ramificadas, aproximadas las unas a las otras y apastomasadas en una red de mallas oblongas y estrechas. Los elementos de esta red no son otros que las células fijas que se han multiplicado después de haber sufrido una especie de regresión embrionaria que se caracteriza por:

»1.° Un acrecentamiento del protoplasma, gracias al cual las prolongaciones anastomóticas de las células vuelven a parecer visibles. 2.° Una hipertrofia del núcleo más marcada que la del protoplasma. 3.° Preeminencia de células sobre los elementos derivados y la colagena y la elastina casi completamente reabsorbidas.

»La regresión embrionaria gana las paredes de las arteriolas y las vénulas que parecen entonces enormes capilares sanguíneos. Su túnica se cambia en un entramado de células fijas, estrelladas fusiformes que se continúan con la red de células fijas intervasculares de una parte, soldándose de la otra con el endotelio.

»El endotelio adquiere la estructura plasmodial del estado embrionario conformándose en una especie de cilindro protoplasmático hueco y contínuo, salpicado de núcleos voluminosos.

»En definitiva, el tejido conjuntivo vascular adquiere una estructura a la vez embrionaria y angiomatosa que representa una forma transitoria, ya que a ella sucede otra en la que el tejido embrionario se convierte en tejido fibroso.

»Para ello, empiezan por estrecharse las cavidades sanguíneas y los capilares hasta el punto de soldarse, en algunos, sus paredes. Al mismo tiempo las células conjuntivas anastomóticas, comienzan a perder su carácter embrionario convirtiéndose el tejido conjuntivo embrionario en una especie de fibroma plano cuyas células fijas conservan en numerosos puntos una conformación comparable a la del tejido conjuntivo mucoso. Así se produce la cicatriz definitiva, la cual no tiene ni la estructura de la piel normal, ni la del tejido escleroso pots-inflamatorio.

»Cuando el tiempo de exposición del radio es mucho mayor se producen zonas destructivas, necrosándose la piel y degenerando los músculos, tendones, nervios, cartílagos, huesos y ligamentos, lesiones estas, que serán seguidas de cicatrices viciosas y distrofias incurables, como la atrofia muscular, la retracción tendinosa, neuritis indelebles, anquilosis articulares, etc., etc.»

No todos los tejidos son igualmente atacables por la radiación, distinguiéndose por su resistencia los músculos, tejido elástico y huesos. Aun dentro de la misma clase de tejidos hay diferencias de sensibilidad según su procedencia, como sucede, por ejemplo, con el epitelial, el cual ofrece más resistencia en el que reviste el conducto gastro intestinal y las grandes glándulas que en el de las pequeñas glándulas y endotelio de los vasos sanguíneos y sobre todo de los linfáticos. Según Werner, el endotelio de los vasos arteriales es más sensible que el de las venas.

Es de notar que las manifestaciones reaccionales de los tejidos a la reacción no se efectúa inmediatamente, sino al cabo de algún tiempo mayor o menor *(período de latencia)* y duran-

te el cual, no aparece fenómeno alguno que permita sospechar las alteraciones celulares probablemente iniciadas en el mismo momento del ataque radiante.

Exner y Holzknecht explican el período de latencia por la conversión de los rayos absorbibles del radio en una especial forma de energía, la cual actúa sobre la célula con una acción disociada, originando en ella una enfermedad que necesitaría para manifestarse un cierto período de tiempo.

De todas suertes el período de latencia se relaciona con la edad de la célula radiada, con el tiempo de exposición, con la potencia del preparado radiante y con la proporción de rayos fácilmente absorbibles. Puede durar desde algunos días hasta varias semanas. Especialmente la potencia del aparato radiante y la cantidad de rayos fácilmente absorbibles juegan un importante papel en el acortamiento del período de latencia. Con los fuertes preparados radiactivos sin filtraje y después de aplicaciones de algunos minutos, aparece el eritema a las diez o doce horas, prolongándose por el contrario a veinte y veinticinco días, con los preparados provistos de fuertes filtros.

No sólo las substancias radiactivas como tales substancias, sino también ciertos objetos, como monedas, papel, goma, etc., que permanecieron largo tiempo en contacto con un aire cargado de emanación, producen en la piel, previa aplicación de algunas horas, un enrojecimiento del punto actuado que se hace visible después de un período de latencia de catorce a diez y seis horas y que empieza a descamarse a los quince o veinte días.

El mesotorio actúa sobre la piel sana lo mismo que el radio a pesar de que no emite rayos alfa. Sticker radió con mesotorio durante diez minutos algunas regiones de la piel dando lugar a enrojecimiento y picor y depués de varios días a la formación de ampollas que al abrirse dejaron las correspondientes ulceraciones.

Tejidos patológicos.—Las substancias radiactivas ejercen sobre los tejidos patológicos una acción al parecer más intensa que sobre los tejidos normales. Esto pudiera ser debido, como se desprende de los estudios de Wichmann acerca del grado de absorción de los rayos radiactivos por los tejidos or-

gánicos, a que los patológicos absorben mayor cantidad de rayos que los normales.

Según el citado autor, absorbe el lupus más del doble de rayos que la piel; sanan 66,7 % contra 31,7 %; del carcinoma de la mama 82,7 % contra 68,3 %; de la glándula normal y el fibroma 85,2 % contra 68,2 %, lo cual es una diferencia bastante considerable.

No se debe sin embargo considerar como absoluta esta apreciación, pues dentro de esos mismos tejidos se establecen diferencias importantes entre sí, no sólo en la absorción de los rayos, sino también en los resultados terapéuticos.

Esta diferencia de sensibilidad a la radiación que presentan entre sí los normales y los tejidos patológicos, constituye la llamada «*acción electiva*», mediante la cual se posibilita el ataque de las formaciones patológicas con el respeto de las partes sanas.

Verdadero fundamento de la terapia radiante, la acción electiva o mejor la diferencia de sensibilidad entre las células normales y las patológicas, enseña a los radiumterapéutas el camino a seguir para intensificar aquella acción aumentando la resistencia de los tejidos normales o la sensibilidad de los patológicos.

Algunos ensayos se han realizado en este sentido fundamentados en los trabajos ejecutados por Reicher y Lenz para actuar con los rayos Röntgen en la profundidad de los tejidos sin lesión de la piel, por las inyecciones endocutáneas de adrenalina. Freund ha repetido estos ensayos con la radiación rádica radiando tres puntos distintos de la piel durante unos minutos: en uno por directa aplicación, en otro inyectando antes una pequeña cantidad de disolución de adrenalina al 1 % con novocaína disuelta en suero fisiológico al medio por ciento y en el tercer punto inyectando agua destilada. Los resultados consistieron en la aparición a las pocas horas de un eritema en el sitio correspondiente a la inyección de adrenalina y un poco más tarde en el de el agua inyectada, mientras que no se presentó hasta muchos días después en el punto radiado directamente. Un eritema presentado diez y nueve días después mostraba grande intensidad en el punto tratado con agua y en el

radiado directamente y en cambio era insignificante en el correspondiente a la inyección de adrenalina. Esto muestra, dice el autor, que después de tratar un punto de la piel por los rayos en las condiciones de la experiencia, se manifiestan dos reacciones pasajeras, cuya intensidad entre ellas es contraria.

Werner ha realizado numerosas experiencias con objeto de sensibilizar los tejidos orgánicos al ataque de los rayos radiactivos y se ha servido para ello de disoluciones de cosina, de lecitina y de la provocación de fenómenos inflamatorios.

Los resultados conseguidos permitieron comprobar la sensibilización de la piel en el punto donde se había inyectado una solución alcohólica de cosina, sensibilización tanto más manifiesta, cuanto menos tiempo se dejara pasar entre el momento de la inyección y el empleo de los rayos. También se pudo notar el acortamiento del período de latencia y una profunda acción destructiva de los tejidos.

Efectos semejantes se consiguieron radiando la piel infiltrada de lecitina. Los tejidos inflamados parecen mostrar un aumento de sensibilidad a la radiación. Werner, en sus ensayos provocaba fenómenos inflamatorios de la piel por acción térmica, química y mecánica. Obtuvo marcada sensibilización por enfriamiento con el cloruro de etilo y la nieve carbónica y también calentando el punto a tratar. Con los medios químicos lo consiguió igualmente, aun cuando no de manera tan marcada como por los físicos.

De todas sus experiencias parece deducirse que la producción artificial de fenómenos proliferativos de las células, hace a éstas sensibles a las más pequeñas dosis de radium e igualmente sensibilizan los acumulos leucocitarios para el empleo de las grandes dosis.

Por el contrario, los mismos medios que sirven para excitar la sensibilidad de los tejidos, pueden utilizarse para aumentar su resistencia. Si en lugar de producir intensas alteraciones de la piel por medio del enfriamento, por ejemplo, se reduce a ligeras y repetidas excitaciones, adquieren los tejidos un cierto hábito que se traduce por una mayor resistencia a la radiación.

Todavía se manifiestan con más insistencia estos fenómenos de inmunidad, con las dosis de radium pequeñas y alejadas

las cuales llegan a excitar la producción de una serie de células radio-resistentes que dificultan sobre manera el ataque radiante.

Un amplio camino para la investigación radiológica se abre en esta dirección y es de esperar se alcance en su día el procedimiento de dotar a las células patológicas de una hipersensibilidad, a la que basten las más ligeras dosis de rayos para aniquilar los tejidos enfermos.

Lo mismo que los tejidos normales, los patológicos ofrecen grados distintos de sensibilidad a los rayos del radio y he aquí una lista gradual de algunos tejidos, formada para los rayos Röntgen y que puede hacerse extensiva para los del radio: tejidos leucémicos y pseudo-leucémicos, sarcoma, micosis fungoide, eczema, hipertrofia de la próstata, sarcoma, carcinoma, lupus hipertrófico exulcerans, linfoma tuberculoso, focos tuberculosos de los huesos, condrosarcoma, lupus plano, osteosarcoma, lupus verrucoso, lipoma, mioma, fibroma, verruga.

Especialmente, ha sido estudiada la sensibilidad de las células tumorales, puesto que los tumores constituyen los procesos patológicos de elección para el tratamiento radiumterápico.

La acción del radio sobre los tumores malignos, ha sido investigada, en los animales, entre otros investigadores, por Apolant, Exner y Cramer. Los cánceres de los ratones, tratados con radio por los autores dichos, dieron siempre el mismo resultado: desaparición total en la mayor parte y reducción hasta límite insignificante en el resto.

Las alteraciones histológicas caracterizadas en un primer tiempo por extravasación sanguínea y neoformación de células de tejido conjuntivo y de capilares, ceden pronto el lugar a las alteraciones de las células tumorales por intermedio de la vacuolización, destrucción y necrosis.

Igualmente responden las neoplasias al ataque del radio cuando asientan en el hombre siendo repetidas veces comprobado el hecho de la desaparición total de aquéllas o su reducción considerable por la influencia radiactiva.

Es el tratamiento de los tumores malignos, el principal empleo de los métodos radiumterápicos por lo que todo cuanto a ello se refiere ha adquirido un desarrollo extraordinario en el espacio de muy pocos años.

Numerosos radiumterapéutas han aportado los resultados obtenidos con las substancias radiactivas sobre los tumores malignos en sus manifestaciones clínicas e histopatológicas.

Exner, Wickham y Degrais, London, Dominici, Czerny, Finzi y muchos otros, han estudiado detenidamente, previas frecuentes biopsias, el proceso histológico de regresión de los tumores malignos por la influencia de los rayos radiactivos, y los datos aportados coinciden casi en absoluto con los suministra-

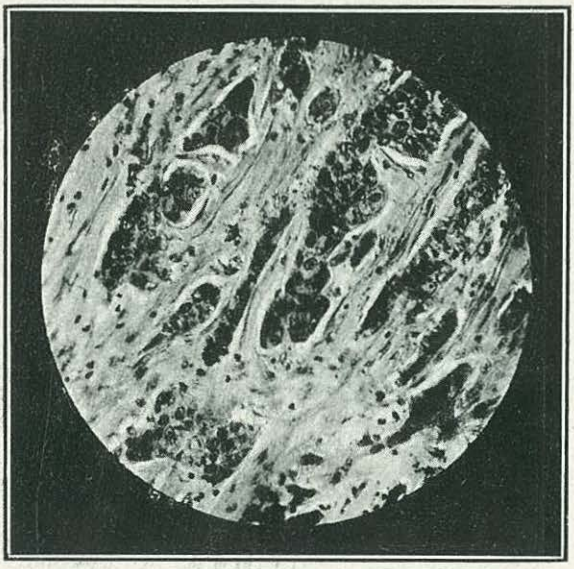


Fig. 28.—Epitelioma de mama. Tipo escirro.

dos por Pierre Marie, Clunet, Menetrier, etc. en sus estudios sobre los mismos tumores por la acción de los rayos Röntgen.

A continuación extractamos los trabajos de dichos autores que, por otra parte, hemos tenido ocasión repetidas veces de comprobar en las preparaciones histológicas de nuestros enfermos, que como las microfotografías que ilustran este artículo, han sido hechas por el Dr. Escudé, de Madrid, a quien damos las más expresivas gracias.

Como tipo de estudio puede servir un epitelioma malpi-

giano, el cual antes de desaparecer por efecto del radio, pasa por las siguientes fases:

1.° fase latente.
2.° » de madurez monstruosa.
3.° » de queratinización.
4.° » de dislocación y fagocitosis.
5.° » de organización cicatricial.

1.° *Fase latente.*—Tiene una duración variable y depende

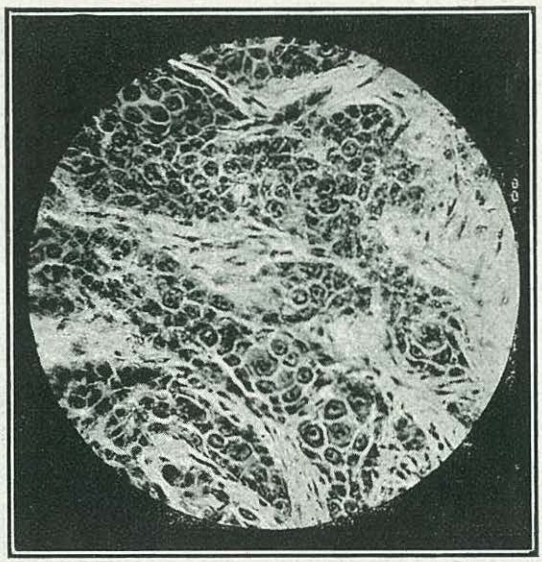


Fig. 29.—Epitelioma de labio antes de iniciar el tratamiento radiactivo.

como en los tejidos normales de las condiciones expresadas al tratar de éstos. Durante esta fase no se observan cambios histológicos.

2.° *Fase de madurez monstruosa.*—Está caracterizada por el aumento de volúmen de las células epiteliomatosas, las cuales adquieren un desarrollo dos y hasta tres veces el normal. Los núcleos siguen esta hipertrofia y aparecen mamelonados, enormes y con una cromatofilia muy pronunciada. Los nucleolos pueden hipertrofiarse también.

3.º *Fase de queratinización.*—La queratinización de los elementos celulares puede verificarse con independencia unos de otros o en globo, comprendiendo todo un grupo celular. En este caso no todas las células se queratinizan al mismo tiempo, habiendo unas que han terminado su proceso queratínico al lado de otras que entonces le inician, hasta que todo el grupo alcanza el mismo estado de queratinización, convirtiéndose en una masa córnea visible al microscopio a los más débiles

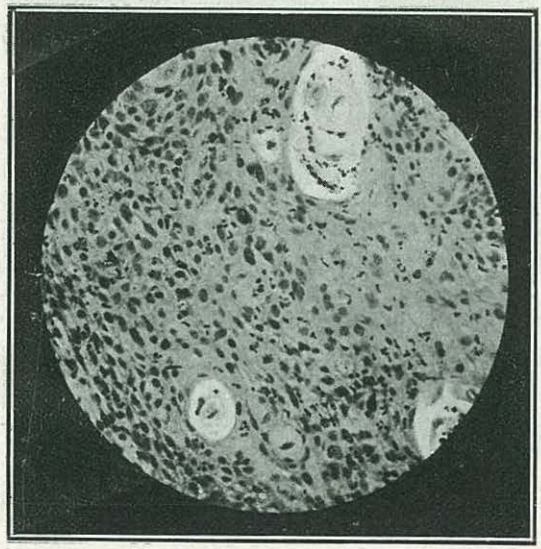


Fig. 30.—Microfotografía de un epitelioma del labio antes de comenzar el tratamiento radiactivo. Obsérvanse gran número de células que ofrecen fases mitóxicas.

aumentos y compuesta de células hipertrofiadas y queratinizadas provistas o no de núcleos.

Otras veces (queratinización atípica) el protoplasma y el núcleo sufren independientemente el uno del otro la evolución córnea sin pasar por los estados que se observan en la epidermis normal y en los globos de los cancróides. El protoplasma se granula fuertemente y con tendencia marcada a la eosinofilia y las granulaciones aumentan de volúmen y acaban fu-

sionándose en un bloc homogéneo con todas las reacciones colorantes de la queratina.

4.° *Fase de dislocación y fagocitosis de las masas queratinizadas.*—En un principio parece realizada por los polinucleares neutrófilos y fibroblastos jóvenes a cromoplasma abundante y núcleo voluminoso que, procediendo del estroma, se multiplican rápidamente. Más tarde aparecen los plasmacellen y un gran número de polinucleares que se acumulan alrededor

Fig. 31.—Microfotografía de un trozo del mismo epitelioma dos semanas después de comenzado el tratamiento rádico. Obsérvanse células enormemente aumentadas de volumen y núcleos voluminosos.

de los vasos, destruyendo y fragmentando las masas córneas. Estas masas antes de ser destruídas pueden perder la reacción colorante a la queratina.

5.° *Fase de la organización cicatricial.*—La cicatríz, toma el carácter de la piel sana, de la que sólo se diferencia por la falta de glándulas, de folículos pilosos y por el número menor de fibras elásticas, que además son mas delgadas que las normales. Hay abundancia de capilares y de células linfáticas,

precisamente de aquéllas que vinieron a fragmentar las masas córneas y que han persistido a la destrucción de éstas.

Como representantes de la estructura del tumor pueden quedar algunas células a núcleo picnótico allá en las profundidades del dermis, las cuales se hallan en estado de letargia y pueden en su día evolucionar originando la reproducción.

En los epiteliomas de tipo glandular se realiza casi entera-

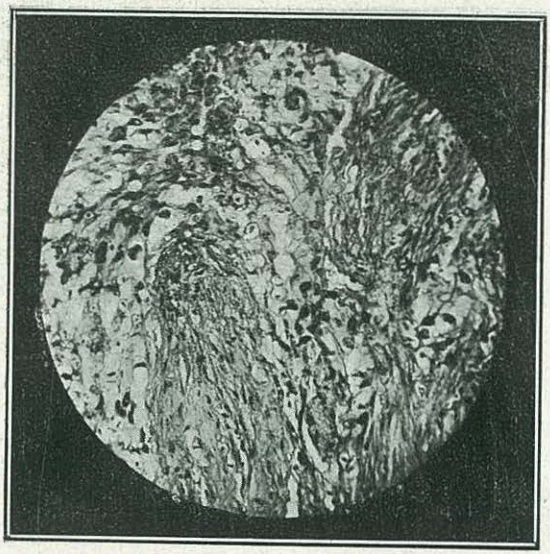


Fig. 32.—Preparación obtenida cinco semanas después de iniciado el tratamiento rádico. Obsérvase el fraccionamiento de las masas epiteliales.

mente el mismo proceso histológico, pasando por las fases de monstruosidad y de destrucción, terminando por la más completa citolisis o por reabsorción por fagocitosis. La muerte de los elementos se caracteriza por la picnosis o la cariorresis del núcleo, por la acidofilia y la vacuolización del protoplasma.

En los sarcomas del hombre y de los ratones se observan fases análogas a las descritas para el epitelioma, con una fase latente más pequeña y con mostruosidad más marcada. En muchos casos faltan estas fases así como la muerte celular y reab-

sorción, verificándose un proceso de transformación del sarcoma en fibroma como ha descrito Dominici.

El mecanismo de transformación, según Dominici, consiste en la metamorfosis de una parte del protoplasma, de los plásmodos y de las células del sarcoma en fibrillas conjuntivas; en la transformación del resto del protoplasma y de los núcleos de los elementos sarcomatosos en células fijas de fibroma y en la atrepsia de los vasos sanguíneos.

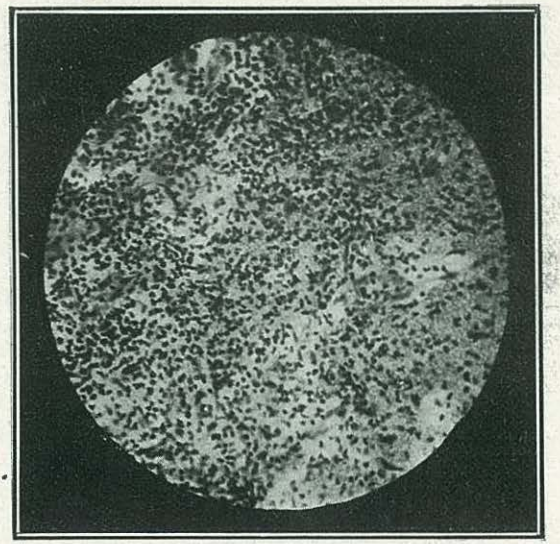


Fig. 33.—Nueva preparación del mismo epitelioma obtenida dos meses después de la iniciación del tratamiento. Las células epiteliales han desaparecido, observándose solamente células conjuntivas. Aspecto normal.

Los núcleos sarcomatosos primitivamente globulosos u ovóideos disminuyen poco a poco de volúmen, estrechándose y atrofiándose.

El protoplasma de los plásmodos y de las células del sarcoma son reemplazados por las fibras conjuntivas como productos de su transformación y no persisten alrededor de los núcleos nada más que para formar con ellos las células conjuntivas, adultas, fijas y anastomóticas (fibroblastos adultos).

Está evolución particular no se manifiesta solamente en las

porciones intervasculares del tumor, sino también en el contorno de los vasos sanguíneos, que adquieren así la conformación de capilares a endotelio plano, cruzados, más bien que de un tejido embrionario, de un tejido fibroso. (Dominici.)

Del conocimiento de la acción de los rayos sobre los tejidos normales y patológicos se deducen los procedimientos terapéuticos llamados destructivo y modificativo.

En realidad, esta división es un tanto arbitraria, puesto que los fenómenos verdaderamente destructivos alcanzados con el radio, son los focos de necrosis y a ellos no debemos llegar nunca terapéuticamente. Más bien se trata de aspectos del filtraje terapéutico.

Es el llamado método destructivo, propio de las lesiones vegetantes, donde se puede aplicar directamente el radio sobre la lesión, utilizando la total radiación del preparado, que obra cáusticamente por sus rayos blandos en la superficie y por los ultra-penetrantes en la profundidad de los tejidos. Todavía más útil cuando puede realizarse en la masa del tumor, como en el procedimiento, llamémosle inglés, de las agujas de radio o radioemanación introducidas en la masa tumoral.

Si por este procedimiento se puede dar origen a pequeños focos necróticos que reblandezcan parte de la neoplasia, no son nunca tan intensos ni peligrosos como los conseguidos con las grandes dosis de radio. De todas suertes, en los bordes de la lesión y en el tejido pericanceroso, quedan las células atacadas por los rayos y en vías de vacuolización y cromatilisis.

El otro procedimiento se utiliza frecuentemente, sobre todo en las lesiones ulcerosas e infiltradas y siempre que haya tejidos sanos intermedios a los que debemos respetar. Se hacen con aplicaciones bien filtradas, que claro es, no excluyen la posibilidad de los focos de necrosis si el tiempo de aplicación es muy prolongado.

XV. Cáncer

Todo cuanto a radiactividad se refiere ha originado las más vivas controversias, a pesar de lo cual «la humanidad siempre refractaria a toda clase de innovaciones, se ha dignado aceptar el nuevo descubrimiento de la radiactividad de la materia con una buena voluntad, relativamente más grande que fué aceptado siglos antes el de la gravitación universal». (Szilard.)

Esas discusiones habidas en el terreno físico y filosófico se han acrecentado en el campo médico ante la justa pretensión de las substancias radiactivas de ejercer una singularísima y favorable acción sobre las neoplasias malignas, dotando a la terapéutica cancerosa, tan difícil y necesitada, de un poderoso recurso, que si no ha resuelto definitivamente el problema curativo del cáncer, le ha dejado en condiciones de no causar sorpresa a nadie el que un mejoramiento de la técnica radiante aporte los indispensables materiales para llenar las lagunas, todavía profundas, que se observan en la terapia cancerosa y la curación de tan terrible mal sea una realidad perfectamente objetiva.

Antes del advenimiento de los métodos radiantes se contaba exclusivamente con los procedimientos quirúrgicos como recurso terapéutico contra los tumores malignos, a sabiendas de que se trata de algo transitorio e ineficaz en muchos casos y de exigir como garantía de éxito tratar las iniciaciones tumorales, confesando con ello su impotencia ante los cánceres bien desarrollados; hoy, gracias a aquéllos, dispone de otro estimable recurso a compartir con la Cirugía el tratamiento de las enfermedades cancerosas, aun cuando, deber es confesarlo, tampoco la clínica se ha dado por satisfecha con los resultados obtenidos en todos los casos.

Representan, evidentemente, los métodos radiantes, el mayor progreso alcanzado en la terapia del cáncer, no sólo por

los éxitos del momento actual, sino también porque abren las puertas del porvenir a las más justificadas esperanzas de una pronta victoria en la lucha contra las neoplasias malignas, ante las cuales tantas veces nos declaramos impotentes.

Al reconocimiento de este progreso se ha llegado después de los más vivos debates, cuando apuradas las razones teóricas se decidieron a ensayar el nuevo recurso sus detractores más enconados, y cuando los resultados obtenidos hablaron con la fuerza de los hechos de la beneficiosa acción del radio y sus congéneres en el tratamiento del cáncer.

No debemos, sin embargo, entregarnos al optimismo y pensar que las substancias radiactivas gocen de una eficacia constante, segura y su uso inadecuado carezca de peligros; esto equivaldría al descrédito de tan importantes agentes terapéuticos, porque significaría un escamoteo de la verdad. El caso de los métodos radiantes en el tratamiento del cáncer es muy otro, del optimismo exagerado y para justipreciar el verdadero alcance de su intervención en la terapéutica cancerosa, hay que recordar cómo se hallaba ésta antes del empleo de aquellos métodos.

Los enfermos de cáncer se encontraban divididos en dos grupos de *operables* e *inoperables*. El primero capaz de curación si el acto operatorio se realiza lo más cerca posible de la iniciación clínica del cáncer, de éxito más dudoso si la lesión se halla más avanzada y de rarísimo éxito si el cáncer está en pleno desarrollo. Todo esto, a pesar de las más ámplias y cruentas intervenciones, con sus limpiezas de gánglios y demás garantías a que se acoge el cirujano. El segundo grupo se hallaba en absoluto desahuciado terapéuticamente como también gran parte de los casos reproducidos después de la operación.

Los métodos radiantes cambian el cuadro, permitiendo en primer lugar tratar a todos los enfermos de cáncer, operables e inoperables y esto por sí solo es un verdadero progreso; permite también alcanzar importantes éxitos sin acudir a medios sangrientos y con un mínimum de molestias y por último, cercena con derecho propio a la Cirugía el tratamiento de los epiteliomas de la piel.

Por desgracia, y hasta el día de hoy, no curan los métodos radiantes todos los casos de cáncer, probablemente por defec-

to de técnica y esto hay que decirlo para orientar al médico general, verdadero guía del enfermo, en el interesante asunto del resultado terapéutico del radio donde ya una gran mayoría de médicos se inclinó por la afirmativa o la negativa, actitud la más cómoda, pero precisamente la más alejada de la verdad.

Ciertamente, resulta muy difícil exponer de una manera general el valor terapéutico de las substancias radiactivas en el tratamiento del cáncer, cuanto que recogiendo de la literatura radiumlógica casos aislados podría afirmarse el éxito o el fracaso más absoluto, según nos atuviéramos a los resultados conseguidos por unos u otros autores. Todavía lo dificulta más el hecho de la diferencia reaccional que presentan las neoplasias cancerosas al ataque del radio, dándose el caso de que dos tumores de la misma región y tipo clínico, con estructura histológica idéntica y tratados con igual manantial radiactivo y la misma técnica, uno de ellos puede ser fuertemente influído por el tratamiento, mientras que el otro permanece casi invariable.

Hay cánceres además, que a pesar de las más fuertes radiaciones no se modifican de una manera apreciable, ni clínica ni histológicamente—células radio-resistentes—y ninguno de ellos ofrece detalles sintomáticos o estructurales que permitan clasificarlos dentro de una clase particular.

Se puede sí, únicamente, afirmar que las susbtancias radiactivas ejercen una acción beneficiosa sobre el cáncer y siempre que vayan acompañadas de una técnica apropiada. Este beneficio puede estar representado por la curación clínica, el alivio permanente y la supervivencia.

La curación clínica se consigue en la mayor parte de los epiteliomas de la piel y de algunas mucosas, especialmente cuando los de éstas últimas son susceptibles de ataque directo por el radio.

No ofrecen tanta constancia terapéutica los procedimientos radiactivos en los cánceres subcutáneos y profundos. A veces se consigue modificarlos favorablemente hasta el punto de hacerlos desaparecer; otras el tumor es débilmente influído por el radio y después de un período más o menos largo de alivio continúa su crecimiento e invasión de tejidos y de órganos.

Exner, Apolant y otros muchos autores explican la ineficacia de las substancias radiactivas en los tumores cancerosos

situados subcutáneamente o en la profundidad del organismo, por no alcanzar la radiación, desde el punto de vista de la eficacia terapéutica, una profundidad mayor de un centímetro, límite de las alteraciones histológicas observadas.

Esta hipótesis no satisface en absoluto, porque deja sin explicación los casos de éxito en cánceres profundos conseguidos por algunos radiumterapéutas, nosotros entre ellos; da demasiada importancia a los cambios histológicos y muy poca a las perturbaciones de orden proliferativo que puede sufrir el núcleo de las células epiteliomatosas al ser tocadas por los rayos ultra-penetrantes y que los trabajos de Hertwig han puesto de relieve.

De todas suertes, el hecho de que los cánceres subcutáneos y profundos reaccionen mal a las substancias radiactivas, ha dado motivo a que algunos autores no aconsejen el empleo de las referidas substancias en el tratamiento de aquéllos.

Nosotros no compartimos este criterio, creyendo que los casos favorables observados justifican el empleo de tales procedimientos en aquella clase de neoplasias cancerosas y hasta lo exigen científicamente cuando se trata de enfermos desechados por la Cirugía.

Muchas veces se obtienen curaciones incompletas que representan sin embargo un importante capítulo en el haber del radio.

Así, es muy frecuente conseguir por la acción de las primeras dosis rádicas un estado vecino al de la curación clínica, —reducción considerable de la masa del tumor, cicatrización incompleta de la parte ulcerada, desaparición de hemorragias y dolores—que a pesar de nuevas y repetidas dosis y de múltiples variaciones de técnica, no se logra completar. Queda siempre un resto neoplásico, una ligera ulceración, una zona infiltrada que resiste al tratamiento.

Hay en estos casos una especie de estancamiento en los fenómenos beneficiosos provocados por el radio y desde ese momento resultan inútiles cuantos esfuerzos se hagan con objeto de vencerlo. Se puede únicamente conservar ese estado mucho tiempo, largos años, tratando con éxito las nuevas iniciaciones de actividad.

Nuestra experiencia clínica cuenta con buen número de estos casos, entre los cuales pudiéramos citar algunos de carcinoma de mama, a los que comenzamos a tratar en 1909 obteniendo el relativo éxito que significa la reducción a un grado insignificante de la enfermedad pero sin lograr la curación definitiva. En la actualidad siguen lo mismo, habiéndose intercalado en el transcurso de estos años pasados algunas sesiones rádicas que impidieron afortunadamente nuevas iniciaciones evolutivas.

Pudiera arguirse que hay epiteliomas de mama de marcha tórpida, con los cuales se alcanza un grado de supervivencia bastante grande, pero este argumento no puede aducirse en nuestros casos, ya que dos de ellos eran de marcha muy rápida y reproducidos después de una hábil intervención quirúrgica.

Ese estado de curación incompleta, al tratarse del cáncer, se debe aceptar como acción terapéutica altamente cotizable de las substancias radiactivas, ya que significa un alivio permanente al convertir una enfermedad cruel y fatalmente progresiva en un achaque molesto, compatible con una vida medianamente activa, aun cuando sujeta a la vigilancia del radiumterapéuta.

Consecuencia de esa conversión es un grado de supervivencia considerable.

Dos puntos obscuros habría que considerar en estos fenómenos producidos por el radio. El primero se refiere al por qué de la resistencia de un pequeño resto epitelial cuando la mayor parte de la neoplasia ha sido perfectamente destruida y modificada; el segundo, a la razón que existe para que aquel pequeño resto no recobre fácilmente su condición reproductiva e invasora.

Nosotros nos explicamos el primero de dichos fenómenos, admitiendo que las células epiteliales atacadas por los rayos radiactivos, se defienden originando una raza de células resistentes al radio; es decir, por un fenómeno de inmunidad.

Esta hipótesis tiene en su favor el hecho de que las primeras dosis rádicas son siempre las más eficaces, disminuyendo la sensibilidad al radio de los tumores y de todos los tegidos

en general, a medida que van recibiendo nuevas dosis radiactivas.

La inmunidad de los tejidos orgánicos provocada por el radio se manifiesta de una manera tan obstensible como lo representa el siguiente hecho, observado en el balneario de Teplitz. Obreros de la montaña que bajan a trabajar por primera vez a los pozos de la fuente, cuyas aguas dejan un sedimento rico en substancias radiactivas, preséntanseles en la piel de pies y piernas, a pesar de estar protegidas por fuertes y altas botas, pequeñas ulceraciones de tipo rádico, que no padecen los obreros permanentes del balneario que les acompañan en sus trabajos.

Quizá, de la misma suerte que las normales, puedan sufrir las células del epitelioma por efecto de las primeras dosis rádicas un estímulo de su resistencia al agente atacante que logre por fin inmunizarlas total o casi totalmente.

Ahora bien, este foco epitelial inmunizado al radio, no goza, por lo menos durante algún tiempo, de sus anteriores condiciones reproductivas, puesto que permanece su crecimiento estacionario.

Tal vez obedezca ese fenómeno a una diferencia en el grado de resistencia al radio entre los elementos celulares, nutritivo y reproductivo. Admitiendo la disociación funcional de la célula, sería fácil armonizar la conservación del foco epiteliomatoso con la pérdida de su carácter proliferativo, suponiendo más fuertemente atacados por la radiación los elementos germinativos que los encargados de la simple nutrición celular.

De todas suertes, esta especie de letargia proliferativa observada en los pequeños focos cancerosos, restos de antiguos cánceres bien desarrollados, influidos beneficiosamente por el radio, juega un importantísimo papel en la actual terapia cancerosa y tiene como secuela la prolongación de la supervivencia de los enfermos.

Tales son, expuestos de una manera general, los beneficios que pueden exigirse al radio, el día de hoy, en la terapéutica cancerosa, beneficios que tanto en su grado máximo como mínimo, no han sido alcanzados por ningún procedimiento conocido, a excepción de los métodos quirúrgicos, con quienes comparte la supremacía del tratamiento del cáncer.

Por cierto que al comparar los dos métodos, quirúrgico y radiante y verlos integrar en absoluto el tratamiento actual del cáncer, surge una cuestión de interés, motivo muchas veces de vivas y desagradables discusiones médicas, respecto a cuál de los dos métodos debe ser el primeramente empleado en la práctica clínica. ¿Debe ensayarse siempre el empleo de las substancias radiactivas, y sólo ante el fracaso de éstas acudir a los procedimientos cruentos o por el contrario, relegar aquéllas a segundo término para cuando se ha hecho patente la impotencia de la Cirugía?

El procedimiento a elegir es naturalmente el que ofrezca mayores garantías de éxito, siendo preferible por este concepto el método radiante en el epitelioma de la piel y de algunas mucosas, para cuyo tratamiento los métodos quirúrgicos constituyen una excepción.

No sucede lo mismo con los cánceres subcutáneos y profundos, justiciables en nuestra opinión desde el primer momento de la exeresis quirúrgica, reforzada con un tratamiento posterior de radio.

Se dan, sin embargo, casos numerosos que por deseo del enfermo o por tratarse de graves mutilaciones, se acude en primer término al radio cuando quizás sería preferible una operación quirúrgica. Estos casos bastante frecuentes debe acogerlos el radiumterapéuta con reservas y proceder al tratamiento radiante con suma cautela a fin de no imposibilitar, en caso de ineficacia de aquél, la intervención quirúrgica con su coeficiente de éxito.

Esta conducta tiene la ventaja de orden moral de conservar el enfermo el derecho a la opción en sus procedimientos curativos y de orden clínico el permitir un nuevo tratamiento radiante post-operatorio.

El radiumterapéuta novel debe prestar a este asunto la mayor atención, pues encierra uno de los argumentos principales de los detractores del radio; el de dejar correr en ineficaces actuaciones el tiempo oportuno de una intervención quirúrgica. Con un poco de práctica y teniendo en cuenta que los resultados favorables de los elementos radiactivos se vislumbran pronto, es fácil sortear con fortuna este peligro.

Pero no sólo existe el temor de dejar correr el tiempo oportuno de una operación quirúrgica, sino que además el radio no siempre es inocuo y puede agravar la afección en forma que imposibilite tratamiento posterior alguno.

En este caso debe el radiumterapéuta no insistir en el tratamiento radiactivo a fin de evitar los grandes focos de necrosis que constituyen la principal de las agravaciones observadas.

Puede asegurarse que cuando esto ocurre se ha cometido un defecto de técnica y séame aquí permitido expresar mi protesta de que médicos no especializados manejen clínicamente substancias radiactivas favorecidos por las facilidades que les brindan los bancos de alquiler de radio.

Gran parte de las agravaciones atribuídas a ese agente se deben a una defectuosa técnica de aplicación en manos poco experimentadas. Especialmente ocurre con los cánceres de carácter inflamatorio, con edemas perineoplásicos a los que se les administran fuertes dosis radiactivas. En estos casos se producen fenómenos de reblandecimiento muy rápidos, fuertes focos de necrosis e infección de los ganglios vecinos, siendo la agravación tan manifiesta que el enfermo queda deshauciado para todo tratamiento.

El radiumterapéuta debe acudir en estos casos a las dosis débiles y espaciadas y no sólo evitará la fusión rápida de la neoplasia y con ella la agravación de la enfermedad sino que logrará también éxitos positivos.

Hace algunos años se llegó a creer que la sensibilidad del cáncer al radio estaba subordinada a la dosis y que duplicándo o triplicando las dosis corrientes podrían vencerse a las neoplasias resistentes a éstas. Tal idea alcanzó la mayor verosimilitud después del Congreso de Halle, donde se presentaron casos tratados con cantidades relativamente enormes de mesotorio y radio, con resultados altamente satisfactorios; pero bien pronto, y después de suministrar en aquel año las más grandes dosis de rayos, con resultados nada lisonjeros, sobrevino la reacción iniciada en América por Abbe y confirmada en las discusiones de la «Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte» en Viena—1914—donde las conclusiones de Ranzi, Werthein, Staubenrauch, Wichmann, Sparmann y otros se

muestran contrarias a las altas dosis, porque aceleran el crecimiento del tumor, facilitan las hemorragias, producen rápida infiltración de los tejidos sanos y por originar focos necróticos con perforaciones consecutivas.

Influídos también nosotros por los resultados expuestos en el Congreso de Halle, administramos en sesiones prolongadas cantidades relativamente grandes de radio—100 milígramos de Br_2 Ra puro—sin conseguir mejorar los resultados de dosis menores y produciendo por el contrario focos destructivos con hemorragias consecutivas que nos hicieron abandonar prontamente la nueva técnica.

Por eso en 1914 nos declaramos contrarios a las grandes dosis en unos artículos, que publicamos en *España Médica*, en donde expusimos unas historias clínicas altamente demostrativas de que con las grandes dosis no se consigue dar un paso más en los resultados de las dosis corrientes.

En la ya citada Versammlung Deutscher Naturforoscher und Aerzte en Viena, mencionó el Dr. E. Ranzi que Exner había obtenido desde hacía ya bastantes años algunos éxitos con el radio en el tratamiento del cáncer y Funke igualmente empleándolo post-quirúrgicamente en dosis muy pequeñas.

En la clínica—Chirurgische Universitats Klinik—, no se disponía más que de 10 mlgrs. de radio, donativo de un enfermo de Eiselsberg. Después del Congreso de Halle grandes cantidades de substancias radiactivas fueron puestas a la disposición de la clínica, con las cuales fueron tratados gran número de cancerosos sin obtener resultados mejores que los conseguidos con aquella exigua cantidad primitiva y sacando en conclusión que las grandes cantidades radiactivas en sesiones prolongadas ofrecían los serios peligros antes mencionados de necrosis, hemorragias, rápida caquexia, etc.

Actualmente la mayor parte de los radiumterapéutas españoles se inclinan por las dosis moderadas--Calatayud, Costa—y hasta el ilustre profesor Recasens, tan entusiasta por los grandes manantiales radiactivos, reconoce actualmente las ventajas de las referidas dosis.

Indiscutiblemente la dosificación exacta de los rayos radiactivos es el más importante detalle científico a resolver de la

técnica radiante y su conocimiento nos permitirá administrar la cantidad de rayos justamente precisa para vencer la resistencia celular sin los peligros de una extralimitación por exceso o por defecto, pero siempre quedará subordinada a la especial sensibilidad que ofrezcan los tejidos patológicos a dejarse influir por las substancias radiactivas o sea a la llamada *radiosensibilidad* y *radio-resistencia.*

A la extralimitación por defecto, es decir, a las dosis débiles se las acusa de producir excitaciones al crecimiento del tejido patológico.

Teóricamente no se puede menos de aceptar la posible excitación al crecimiento de las neoplasias por las dosis débiles, ya que esa es la manera general de actuación de la radiactividad en Biología; pero prácticamente resulta el concepto exagerado, porque la cantidad de substancias radiactivas que usa el radiumterapéuta, por pequeña que sea—10 o 5 mlgrs. como mínimum—es siempre mucho mayor que la correspondiente a la dosis excitante.

Se observa a veces una activación del crecimiento tumoral con las dosis débiles muy continuadas y nosotros lo hemos visto prácticamente en dos enfermos que adquirieron pequeñísimas cantidades radiactivas para tratarse respectivamente una leucoplasia y un epitelioma inicial del labio inferior.

Ambas lesiones crecieron rápidamente, pasando la leucoplasia a cáncer bien desarrollado en muy poco tiempo, excitada por las dosis débiles suministradas por una tela de medio centígramo de sulfato de radio de 100.000 actividades.

El radiumterapéuta emplea siempre cantidades de radio, que podrán suministrar dosis insuficientes para tratar una tumoración maligna, pero nunca para producir excitación al crecimiento celular, ya que según las experiencias citadas en la Parte Biológica de esta Obra, la condición excitante es patrimonio de las cantidades mínimas de substancias radiactivas.

El mayor peligro que ofrecen las dosis débiles es el de producir la inmunización de los tejidos al radio y malograr por tanto el efecto que probablemente se conseguiría con dosis suficientes de aquél agente terapéutico.

Hasta aquí hemos venido hablando del radio y demás subs-

tancias radiactivas como de agentes terapéuticos exclusivos en el tratamiento de las neoplasias malignas, restándonos ahora decir algo respecto de la intervención de los referidos agentes como colaboradores de otros métodos, especialmente del método quirúrgico.

Los métodos radiantes se nos presentan como sustitutos de la Cirugía y como sus principales colaboradores en el tratamiento de las neoplasias malignas.

Dada la inseguridad que reina en los procedimientos terapéuticos de las referidas neoplasias, hay necesidad de acogerse a cuantos medios ofrece la ciencia a fin de garantirse contra una posible recidiva. Por eso se ha llegado a la asociación de los procedimientos radiactivos y quirúrgicos, con el objeto de que entre unos y otros den una suma de probabilidades capaz de convertir la frecuencia de las recidivas pots-operatorias en una rara excepción.

De aquí el procedimiento mixto quirúrgico-radiante, preconizado por muchos autores.

Este procedimiento, cuyo fundamento científico es perfectamente lógico, ofrece en la práctica dificultades poco menos que insuperables, por lo menos en la determinación de su eficacia, ya que el colocar en la herida un cuerpo radiante durante un tiempo determinado nada dos dice respecto a si habremos o no atacado los gérmenes tumorales que se hayan salvado de la exéresis qurúrgica. Sólo disponiendo de enormes cantidades de substancias radiactivas podría pensarse, radiando una herida por espacio de unas horas, en lograr la esterilización de los tejidos aprovechando la diferencia de sensibilidad entre las células normales y las patológicas. (1) Tendría en cambio el inconveniente de rebajar la resistencia de las células sanas poniéndolas en las condiciones de dejarse infiltrar en la muy probable hipótesis de que la pretendida esterilización no se hubiera conseguido.

Igualmente el radiar durante los días consecutivos a la operación la región afecta por encima de las suturas nos parece

(1) Para intentar esa esterilización deben ser preferidos los rayos Röntgen y de las substancias activas el mesotorio, por poseer éste mayor acción superficial y menos período de reacción que el radio.

una práctica entorpecedora de la marcha normal de las heridas, dificultando la cicatrización los fenómenos reaccionales de los tejidos provocados por el radio, y de poquísima eficacia. Nosotros al menos, analizando imparcialmente los casos de nuestra experiencia, no hemos conseguido ninguna ventaja.

Tal resultado no debe extrañarnos si tenemos en cuenta que la eficacia de las substancias radiactivas está ligada en parte a su acción directa sobre los tejidos enfermos, observándose una diferencia enorme en el grado de aquélla según se trate de lesiones externas susceptibles del ataque radiactivo inmediato o de lesiones internas o profundas que exijan la aplicación mediata de los cuerpos radiantes.

Esta asociación quirúrgico-radiante es completamente ciega, ya que dentro del organismo enfermo no hay nada de orden somático que pueda guiarnos, exponiéndonos por tanto a radiar exclusivamente tejidos sanos dejando a las células patológicas libres de todo ataque.

No sucede lo mismo cuando es apreciable la lesión, pues entonces dirigimos sobre ella el ataque de los rayos de una manera exclusiva y con la suficiente intensidad, permitiéndonos juzgar la marcha clínica que ofrezca lo acertado de nuestra medida radiactiva.

Por esto, nosotros, partiendo de la idea de que todo operado de cáncer debe ser vigilado periódicamente por el cirujano con objeto de poder sorprender las iniciaciones de la posible reproducción, reservamos para este momento el empleo del radio y demás subtancias radiactivas y así, metódicamente y con sujeción a una técnica determinada bastante precisa, contribuir con toda la eficacia del procedimiento.

Lo reservamos también para los casos de retardo en la cicatrización de la herida operatoria y ante el temor de que signifique el referido retardo, como sucede frecuentemente, iniciaciones de reproducción tumoral. Por eso en cuanto se note anormalidad en la cicatrización, debemos acudir lo más pronto posible a las substancias radiactivas ya que el éxito es tanto más fácil cuanto más pronto se inicie el tratamiento.

De suerte que la asociación del radio a la Cirugía no es admisible, en cuanto suponga una cooperación simultánea o casi

simultánea; pero de absoluta necesidad en cuanto aquélla se considere fracasada.

Puede manifestarse también la asociación radio-quirúrgica en sentido inverso al expresado anteriormente; es decir, en lugar de ser las substancias radiantes las que completen la obra de los procederes quirúrgicos, sean éstos los que terminen la labor curativa iniciada por aquéllas.

En este concepto la asociación radio-quirúrgica tiene un alto valor clínico y está capacitada, no sólo para convertir un caso inoperable en operable, sino también para proporcionar a la Cirugía mayores garantías de éxito por la rebaja de la resistencia de las células tumorales por el previo ataque radiactivo.

Por este concepto nos parece muy conveniente ampliar el deseo expresado por Beclere en 1907 de que existan en los hospitales pabellones reservados al tratamiento del cáncer compuestos de dos servicios, a la cabeza de los cuales un cirujano y un médico radio y radiumterapéuta, estrechamente unidos, trabajen armónicamente por ensanchar, contra tan terrible mal, los límites de nuestra acción y potencia.

Y aquí una vez más hay que deplorar que nuestros hospitales, quizá los únicos de toda Europa, no dispongan de elementos radiactivos en cantidad suficiente para alcanzar un fin terapéutico estimable. Por desgracia la campaña contra el cáncer no tiene en nuestra Patria la afectividad que en otras naciones y bien poco se hace en favor del canceroso, lo cual es tanto más lamentable, cuanto que los progresos científicos nos colocan en excelentes condiciones para su defensa y protección.

Epitelioma de los labios

Despues de las consideraciones de orden general que hemos hecho a propósito del tratamiento del cáncer por las substancias radiactivas, vamos ahora a ir señalando por regiones, empezando por la de los labios, los resultados conseguidos con su actuación radiante sobre los epiteliomas en particular, sirviéndonos para ello especialmente los datos adquiridos en nuestra práctica clínica.

Es el epitelioma del labio—entre los de mucosa—uno de los que mejor reaccionan a las substancias radiactivas.

Desde el punto de vista de su asiento y en relación con la eficacia terapéutica, hay que distinguir el epitelioma exterior o del lado muco-cutáneo, el interior o de lado exclusivamente mucoso y el de comisura.

El que tiene su origen en el lado muco-cutáneo cede en sus iniciaciones pronto y bien al tratamiento radiactivo. Cuando está medianamente desarrollado con tendencia vegetante, pero sin atacar la mucosa del lado bucal, se le influye también muy favorablemente con la radiación. Por el contrario, cuando la invasión del labio se realiza igualmente por ambos lados, debe temerse que no obedezca a la acción de los rayos.

Mayor rebeldía presenta el epitelioma iniciado en la mucosa del lado dentario, el cual, generalmente de tipo ulceroso, resiste muchas veces aun en sus iniciaciones al tratamiento radiactivo. Esa rebeldía llega al máximum en los epiteliomas de comisura, especialmente si van acompañados, como sucede frecuentemente, de fenómenos inflamatorios y de edema.

El siguiente cuadro, en el cual exponemos los resultados conseguidos en cuarenta y siete casos de epitelioma tratados con radio, nos enseña las condiciones favorables y desfavorables que pueden deducirse de su asiento, período evolutivo, formas clínicas, época de iniciación de tratamiento y manifestaciones clínicas especiales y que deben tenerse en cuenta al tratar esa clase de epiteliomas.

CUADRO ESTADISTICO DE

47 epiteliomas de los labios tratados con radio		Números	Curados clínicamente	Aliviados	Sin resultado	TOTALES
Asiento	Labio superior	1	1	»	»	1
	Id. inferior	36	27	4	5	36
	Comisura	10	»	3	7	10
Período evolutivo	Incipiente	16	16	»	»	16
	Desarrollado	31	12	7	12	31
Formas clínicas	Vegetantes	17	13	2	2	17
	Ulcerosos	30	15	5	10	30
Cuando se inició el tratamiento eran	Primitivos	34	28	4	2	34
	Reproducidos pots-quirúrgicamente	13	»	3	10	13
Manifestaciones clínicas especiales	Con inflamación perineoplásica y edema	11	»	1	10	11
	Sin los fenómenos anteriores	36	28	6	2	36

Nos enseña también que la conducta a seguir en presencia de un epitelioma del labio ha de estar subordinada al grado de desarrollo que ofrezca éste y a su punto de implantación. Si se trata de un epitelioma inicial debe ser sometido inmediatamente al tratamiento radiante, no insistiendo mucho con éste si el punto de implantación está del lado de la mucosa bucal y los resultados favorables se retardan. Especialmente hay que extremar esta cautela con los de comisura, porque muy rápidamente evolucionan, edematizando ambos labios y provocando fenómenos inflamatorios y en esta situación las aplicaciones radiactivas son sumamente peligrosas, pues precipitan el reblandecimiento, la infiltración y las metástasis ganglionares.

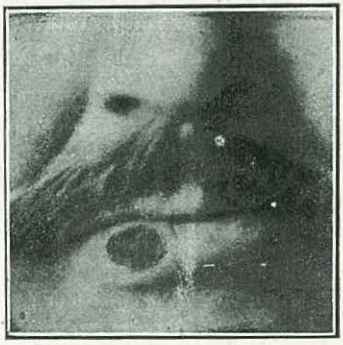


Fig. 34.—Epitelioma incipiente del labio

En estos casos, así como en todos los de epiteliomas bien desarrollados y que la Cirugía juzga dentro de las condiciones de sus éxitos, conviene la extirpación, quedando vigilante el tratamiento radiactivo para las nuevas iniciaciones tumorales.

Si se trata de un epitelioma reproducido o que desde el primer momento se juzga la intervención quirúrgica como inútil, habrá necesariamente que someterle al tratamiento radiactivo, teniendo presente algunos detalles sin los cuales nos exponemos a una actuación desfavorable.

Fig. 35.—La curación fué conseguida con cuatro horas de aplicación de 20 mlgrs. de radio.

En primer lugar el epitelioma del labio no admite grandes dosis radiactivas, porque muy fácilmente se originan focos de necrosis con pérdidas importantes de tejidos, agravados por la constante maceración de éstos por la saliva que se escapa continuamente de la boca.

En segundo término no se deben tratar inmediatamente de su producción los ganglios submaxilares infectados cancerosamente, por tratarse la mayor parte de las veces, de infecciones mixtas—epitelial y bacilar—con fenómenos inflamatorios, provocando el radio en estas condiciones la rápida fusión del ganglio con la secuela de hemorragias y de fenómenos tóxicos que tanto obscurecen el pronóstico.

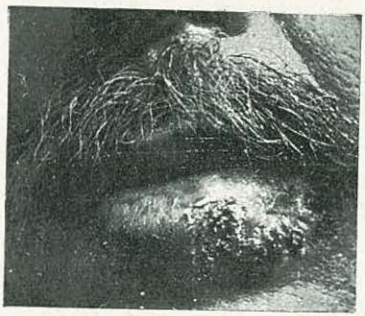


Fig. 36.—Epitelioma úlcero-costroso del labio inferior.

Teniendo en cuenta estos detalles, podrá el radiumterapéuta conseguir alivios acentuados y permanentes aun en los casos más difíciles de carcinoma de labio, sin temor de agravar la situación con inoportunas actuaciones.

No debe olvidarse que los fenómenos inflamatorios agudos contraindican la acción radiactiva y que aquéllos son muy frecuentes en el epitelioma del labio y en sus metástasis ganglionares.

Por eso será una buena práctica en estos casos de cánceres reblandecidos productores de infartos submaxilares enormes, esperar unos días a que el ganglio adquiera el carácter exclusivo de *oma,* lo cual se conoce por un ligero aminoramiento de su volumen y porque permite deslizar sobre él fácilmente la piel del cuello.

Fig. 37.—Curado con tres aplicaciones de radio de dos horas cada una

Con estas precauciones se pueden radiar los ganglios sin producir su rápida fusión, disminuyendo su volúmen y las molestias consecutivas, a veces, de manera considerable.

Exceptúanse naturalmente de estos cuidados, aquellos otros casos en los cuales el infarto ganglionar no ofrece desde el primer momento el carácter inflamatorio.

Respecto a la técnica empleada nos hemos valido siempre de aparatos planos (placas) colocados por la parte anterior y posterior en fuego cruzado. Sólo para la comisura utilizamos

Fig. 38.—Epitelioma del labio.

Fig. 39.—Curado.

tubos. Cantidad de radio, variable según los casos—10, 20, 30 a 60 miligramos—. Tiempo de aplicación, de una a diez horas. Filtros, de plata, plomo o nikel.

Epiteliomas de la cavidad bucal

Pueden ser de la mucosa del carrillo, del suelo de la boca, de la lengua, amígdalas y del velo del paladar.

Los de mucosa del carrillo proceden casi siempre de leucoplasias degeneradas en epitelioma. Cuando son incipientes reaccionan bien al radio, destruyéndose con facilidad los pequeños nódulos epiteliales y logrando una cicatriz. En desarrollo más avanzado, con infiltración profunda de toda la masa del carrillo, aumenta considerablemente la resistencia al radio. Los de tipo vegetante reaccionan bien, aun cuando se hallen desarrollados.

Nosotros hemos tratado algunos casos de epitelioma con origen en la mucosa del carrillo obteniendo curaciones clínicas

en dos enfermos que presentaban un tumorcito del tamaño de una moneda de cincuenta céntimos, saliente como cinco milímetros sobre la mucosa, en la que se apreciaba una extensa leucoplasia. Los dos casos son tan parecidos que pueden englobarse en una sola descripción.

Los resultados terapéuticos fueron muy lisongeros pues ambos curaron desapareciendo al mismo tiempo la leucoplasia en una notable extensión.

En casos reproducidos después de la operación no hemos sido tan afortunados logrando únicamente aliviar algunos con el tratamiento radiactivo.

Los epiteliomas del suelo de la boca ofrecen el más antagónico caracter, desde el punto de vista radiumterápico, según se trate del tipo ulceroso o del vegetante. El primero, aún incipiente, reacciona generalmente mal al radio, produciéndose con relativa facilidad por la actuación de éste, escaras de aspecto rádico y con ellas hemorragias más o menos copiosas. En el tipo vegetante se consigue muchas veces hacer desaparecer el tumor total o casi totalmente.

Uno de nuestros casos resulta curioso por este concepto. Hombre de cuarenta y siete años, dependiente de un juzgado, presentando un tumor del tamaño de una nuez de forma muy irregular en el suelo de la boca y englobando ligeramente la lengua, la cual se hallaba disminuída en su movilidad. Reacción Wassermann negativa. Fué sometido a tratamiento rádico—cuatro horas con 40 milígramos cinco días seguidos—observándose a los ocho días una fuerte escara que al caer originó hemorragia abundante. El tumor quedó reducido a la mitad y con forma todavía más irregular que al principio. Nuevas aplicaciones de radio consiguieron hacerle desaparecer totalmente menos en la parte de lengua invadida. El enfermo recobró un buen estado de nutrición.

En otros casos de cáncer del suelo de la boca no obtuvimos tan completa mejoría, pero siempre en los vegetantes el alivio fué más manifiesto, a pesar de las hemorragias tan frecuentes en estos epiteliomas.

El cáncer de la lengua muestra frecuentemente cierta rebeldía al tratamiento radiactivo y exige además sumos cuidados en la aplicación de éste para evitar posibles agravaciones.

El sitio de implantación y el estado de desarrollo influyen, como en la mayoría de los cánceres, en el resultado del tratamiento.

Conviene distinguir desde ese punto de vista el epitelioma desarrollado en la cara superior y los que tienen origen en los bordes y base del órgano. El epitelioma de la cara superior de la lengua, generalmente prominente y circunscrito en sus iniciaciones, es susceptible de curación temporal o definitiva por la acción de los cuerpos radiactivos. Cuando afecta el tipo fisurario o intersticial el cuadro cambia por completo, no obteniéndose tan señalados éxitos.

En los de borde de la lengua varían también los resultados según afecten la forma ulcerosa o vegetante. En la primera, aun cuando la ulceración sea pequeña, los resultados son poco lisonjeros. Hay que tener en cuenta que se trata de ulceraciones de fondo sucio, muy séptico, con tendencia al reblandecimiento y mortificación de tejidos y estas condiciones no son muy apropósito para la actuación del radio. Por eso es frecuente observar en esta clase de epiteliomas la formación de focos de necrosis intensos por la acción del radio, sobre todo si éste ha actuado mucho tiempo sobre la lesión.

Esta clase de epiteliomas hay que tratarlos con dosis pequeñas si queremos evitar ese peligro y alcanzar la mejoría que puede conseguirse con su intervención. Así, nosotros hemos logrado supervivencias prolongadas de tres años y más en casos de cánceres de lengua de tipo ulceroso y que pudieran citarse como ejemplos de curaciones clínicas. La impaciencia de los enfermos por una parte y por otra el deseo de intensificar el efecto conseguido, hace que muchas veces se salga el tratamiento radiactivo del cauce que le señala la técnica actual.

Por el contrario, los epiteliomas de borde de lengua de tipo vegetante admiten grandes dosis que deben administrarse en las menos sesiones posibles a fin de que sea único el período reaccional. Con frecuencia tras de este período se observa la reducción del tumor, si bien se acompaña algunas veces de hemorragias al desprenderse las pequeñas escaras, inevitables en la mayor parte de las actuaciones radiantes del cáncer de la lengua.

A pesar de ello, el tumor afecta una marcha más tórpida que al principio y el estado general del paciente puede mejorar.

El epitelioma de la base de la lengua desarrollado al nivel del surco gloso-amigdalino responde mal a la acción radiante. Su tendencia natural a invadir los pilares del velo del paladar se acentúa durante el período de reacción al radio. Por eso nosotros, o nos abstenemos de tratar estos epiteliomas o lo hacemos con sesiones cortas, a fin de obtener una débil reacción.

De veintidos casos de epitelioma de lengua que hemos tratado, obtuvimos los resultados que van a continuación:

Cuadro estadístico de 22 epiteliomas de lengua tratados con radio

ASIENTO		Número	Curados clinicamente	Aliviados	Sin resultado
Cara superior	Circunscritos.....	7	4	2	1
	Intersticiales y mal limitados.....	3	»	1	2
Bordes.....	ulcerosos.....	8		3	5
	vegetantes.....	2		2	
Base.....	.....	2		»	2

El cáncer del velo del paladar, frecuentemente secundario por invasión del de base de lengua, reacciona mal al radio. En un caso de epitelioma primitivo del velo tratado por nosotros no obtuvimos buenos resultados.

Cáncer del esófago, estómago y recto

El cáncer del esófago, a las dificultades curativas que ofrece en su calidad de cáncer, se añaden las que presenta al tratamiento radiactivo.

En primer lugar, el referido cáncer suele llegar a manos del radiumterapéuta cuando se halla grandemente desarrollado. Es muy raro observar casos de cáncer del esófago en sus iniciaciones, cuando el tratamiento del radio pudiera alcanzar su máximum de efectividad; por lo general se tratan enfermos en plena caquexia, enflaquecidos en grado sumo y con probables invasiones de otros órganos. En segundo término, se hallan las dificultades de aplicación del radio o mejor todavía de su actuación prolongada, puesto que no es difícil llevar una sonda en cuya punta van alojados los tubos de radio hasta la lesión del esófago, pero sí es difícil mantenerla allí durante mucho tiempo sin protesta del enfermo.

Más tolerable es hacer tragar al enfermo una bolsita de caucho, conteniendo en su interior los tubos de radio, provista de un fuerte hilo de seda para su extracción o bien la cápsula olivar de Eichorn. Se empieza para ello por determinar mediante la sonda esofágica la distancia de la lesión a la arcada dentaria y se hace un nudo en el hilo a la misma distancia de suerte que, cuando el enfermo haya tragado el radio si el nudo corresponde a la referida arcada aquél estará justamente sobre la lesión esofágica. Esto, sin embargo, no se realiza la mayor parte de las veces, por lo que nosotros hemos desistido de tal procedimiento. Muy facilmente se produce un espasmo del esófago y el mismo enfermo acusa la detención de la bolsa en sitio distinto de la lesión.

Por eso es preferible acudir a las sondas tanto más delgadas naturalmente, cuanto más completa sea la estenosis esofágica, realizándose por este medio dos indicaciones: la de tratar

el cáncer con el radio y la de dilatar la estenosis. Tiene la desventaja de producir hemorragias con frecuencia y de ser sumamente penoso e impresionante la repetición de maniobras tan molestas que pueden ser facilitadas por la esofagoscopia.

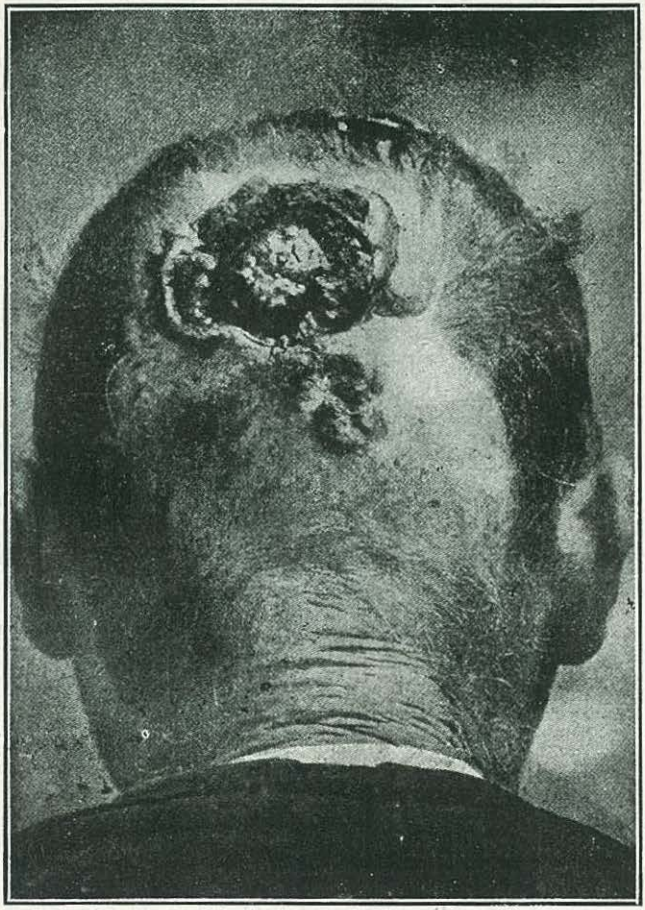


Fig. 40.—Epitelioma de marcha maligna que interesa hueso y cuero cabelludo.

Excusamos decir, que estas aplicaciones deben estar vigiladas constantemente.

Un solo caso hemos tratado de cáncer esofágico mediante quince aplicaciones de 50 miligramos de radio y 15 minutos deduración con un día de descanso entre cada una. Ven-

cimos las muchas dificultades del *modus faciende* con paciencia y habilidad, consiguiendo una sensible mejoría representada por la disminución de la disfagia y aumento de la nutrición general. El enfermo murió de una hemorragia fulminante siete meses después, cuando su estado nutritivo era muy próspero.

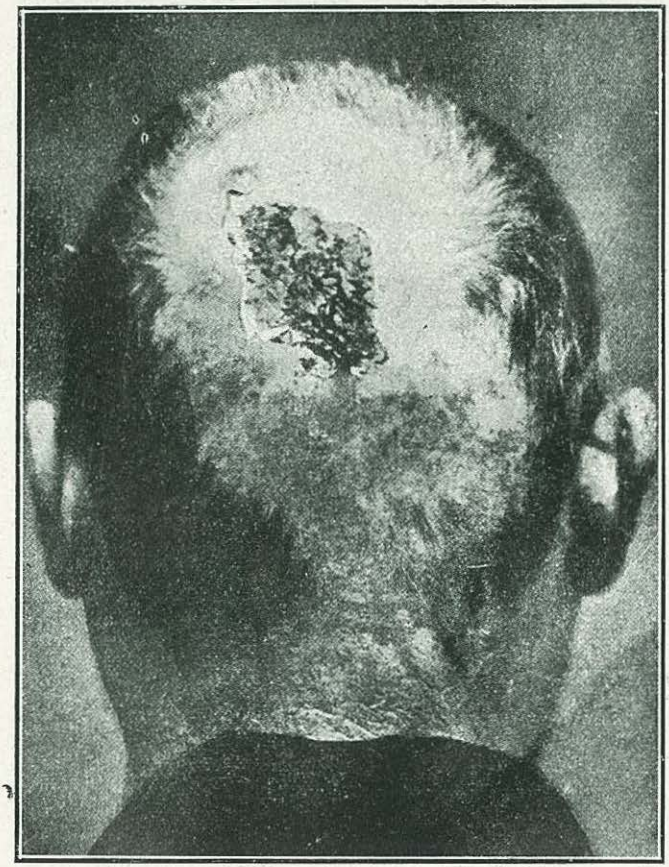


Fig. 41.—Curado. Obsérvese la costra rádica que falta desprenderse.

En el Extranjero Czerny, Nahmacher, Exner, Eichonr, Stewensson, etc., citan casos de alivio conseguidos con el tratamiento radiactivo en esta clase de tumores.

Las dificultades de aplicación del radio en el cáncer del esófago suben de punto cuando se trata del cáncer del estó-

mago. Probablemente los pocos éxitos obtenidos hasta el día de hoy en el cáncer del referido órgano dependen de esas dificultades de técnica.

El tratamiento, radiante fuera de los casos de lesiones super-

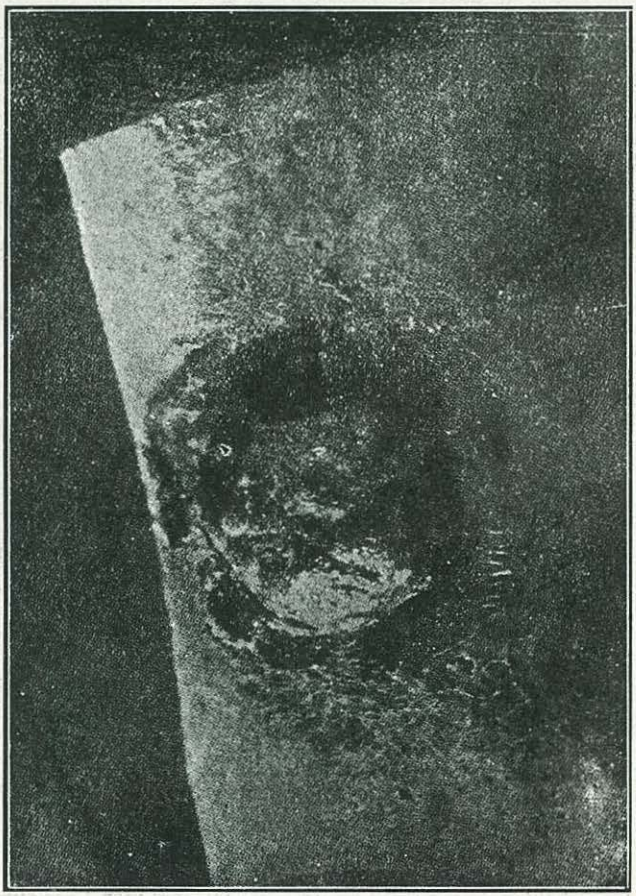


Fig. 42.—Epitelioma de la pierna originado en una úlcera varicosa. Propuesta la amputación.

ficiales, exige siempre la aplicación inmediata de las subtancias radiactivas a la lesión. Esto no puede realizarse en el cáncer del estómago sin la colaboración del cirujano. Las sondas portadoras de tubos y el tragar las cápsulas o bolsitas de caucho con el radio no aseguran la aplicación del remedio al mal. La

mayor parte de las veces se radiarán puntos más o menos proximos a la lesión pero no la lesión misma. Tampoco es eficaz el procedimiento de radiar a través de la piel del vientre, aun cuando no faltan en la literatura extranjera citas de casos en

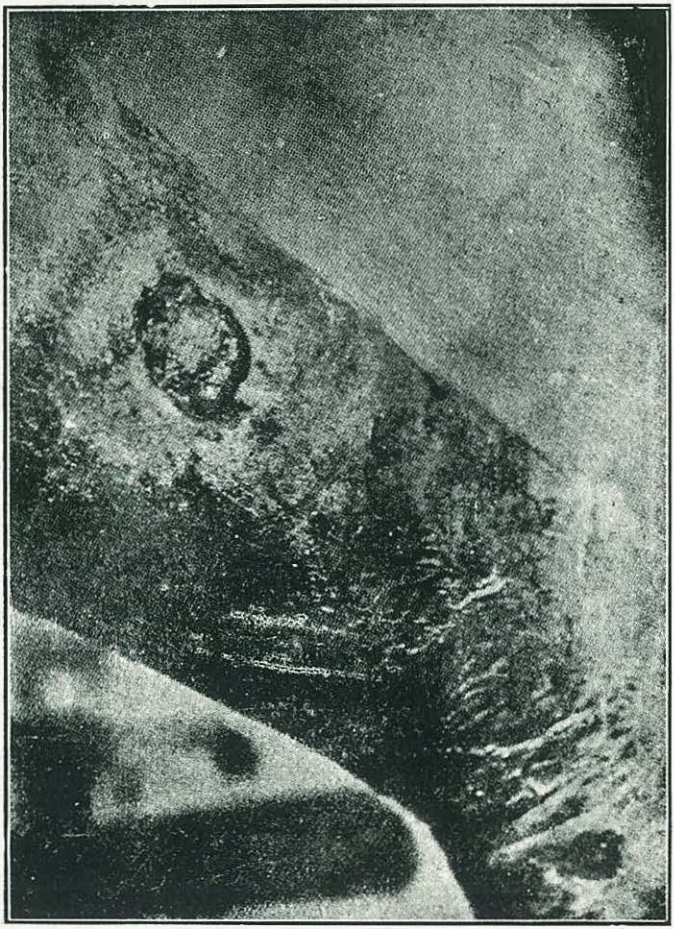


Fig. 43.—Notablemente mejorado. El edema ha desaparecido y la enferma anda sin muletas.

los cuales se consiguieron alivios acentuados con este procedimiento (Nahmacher, Selig, etc.). Nosotros hemos tratado algún caso de cáncer de estómago a través de la piel del vientre sin resultado alguno.

Hay, como deciamos antes, que contar con el cirujano para radiar a través de la herida quirúrgica del estómago. En el caso de Gaultier y Labey en colaboración con Wickham y Degrais se hizo una gastroenterostomía y después una gastrectomía, por donde fué radiada la lesión.

El ideal sería la formación de una fístula permanente, a lo Pawlow, que permitiera el tratamiento.

De todas suertes la evolución del tumor puede entorpecerse por la acción radiactiva y cuando aquél es fácilmente palpable a través de la pared abdominal estará indicado un tratamiento radiante.

También el cáncer del recto inoperable o reproducido, encuentra a veces en los cuerpos radiantes un tratamiento apropiado.

Como en el del esófago y estómago es preciso que el radio se aplique directamente sobre la lesión, con objeto de evitar el radiar partes completamente sanas.

Esto no es difícil, sobre todo si el epitelioma ocupa como es lo frecuente, el tercio inferior del recto. En estas condiciones, bien por rectoscopia o guiados por el dedo, se puede fácilmente llevar los tubos sobre la lesión y fijarlos allí taponando con gasas.

Esa fijación no es muy firme—exceptuando los casos de cáncer circular con estenosis pronunciada del recto, en el cual se halla casi interrumpido el paso de las heces—observándose con frecuencia que los tubos se han desplazado de la lesión por el paso de aquéllas y los movimientos peristálticos del intestino. Por eso es más conveniente aplicarlos con sonda, la cual se fija con unos aglutinantes a las cercanías del ano y de esta manera podemos vigilar la aplicación.

No es el cáncer del recto de los que peor reaccionan a las substancias radiactivas y con frecuencia se suele observar por su actuación disminución de dolores, de hemorragias y a veces regularización del acto fecal.

De los casos que hemos tratado, conseguimos en todos ellos y durante una primera etapa de tiempo variable, alivios acentuados, en algunos durante muchos meses y aun años, justificándose por esta supervicencia el empleo del radio en esta clase de tumores.

Más favorables han sido aún los resultados obtenidos en algunos casos de cáncer del ano. En uno de ellos, de ano y recto, reproducido después de la operación y de tipo vegetante conseguimos reducir casi totalmente el tumor hasta dejar una mucosa con todo el aspecto de la normal. La falta de esfínter nos permitió tratar muy fácilmente la porción del recto invadida.

La enferma continuaba en buen estado a los dos años de iniciado el tratamiento y murió de una afección intercurrente.

Epiteliomas de la región ocular, nasal, auricular y laríngea

Dentro de los epiteliomas de la región ocular tenemos que distinguir los del párpado, conjuntiva, vías lagrimales, globo del ojo y el cáncer de la órbita.

El epitelioma de los párpados considerado desde el punto de vista radiactivo ofrece los mismos caracteres del epitelioma cutáneo. Como en éste, el fracaso del método radiante es la excepción.

No sólo resulta favorable la intervención radiante cuando el proceso epitelial asienta exclusivamente en la parte dérmica, sino también, cuando engloba la mucosa palpebral. En estos casos se puede conseguir fácilmente una cicatriz, previa la desaparición del tumor, por la acción de los cuerpos radiactivos.

Esto representa un verdadero progreso porque evita la mayor parte de las veces las delicadas operaciones de autoplastia que exigen los epiteliomas de estos órganos tratados quirúrgicamente.

Un carácter especial al tratamiento presentan los epiteliomas de las comisuras palpebrales. El del ángulo externo responde casi exactamente igual al radio que el del párpado, si bien suele la cicatriz retraer un poco la comisura.

Los que asientan en el ángulo interno y engloban las vías lagrimales se muestran mucho más resistentes al tratamiento radiante. Así se da el caso de tratar epiteliomas voluminosos del párpado inferior con invasión del ángulo interno, que des-

Fig. 44.—Epitelioma del borde palpebral inferior.

Fig. 45.—El mismo epitelioma curado.

aparecen rápidamente menos en un punto que tarda en curar o a veces no cura, en el cual se encuentran las glándulas lagrimales. Otras veces habiendo curado perfectamente se inicia en ellas la reproducción.

Fig. 46.—Epitelioma perlado del párpado inferior. Hay una porción ulcerada que atraviesa la conjuntiva.

Fig. 47.—El mismo epitelioma curado. La retracción del párpado se debe a la cicatriz de la parte perforada.

Las vías lagrimales es el punto débil del tratamiento radiactivo de los tumores de esta región.

De todos modos la conducta de los epiteliomas de las vías lagrimales ante el radio es bastante más dócil que la de los tumores que tienen origen en el globo ocular.

Estos tumores con origen en la conjuntiva epiesclerotica y globo ocular reaccionan frecuentemente mal al radio. Sólo en los iniciales se puede conseguir la curación; en el resto, como en la mayor parte de los tumores del ojo que afectan el carác-

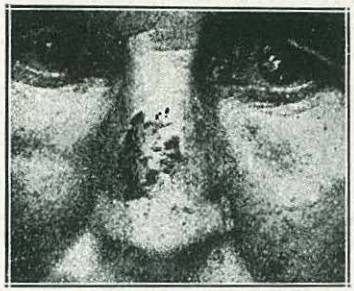


Fig. 48.—Epitelioma superficial.

Fig. 49.—Curado.

ter melánico, sólo se consigue entorpecer, en algunos, su rápida evolución, pero raras veces llegan a curar completamente.

El cáncer de la órbita reacciona poco favorablemente a la acción de los cuerpos radiactivos. Esto no obstante hay casos

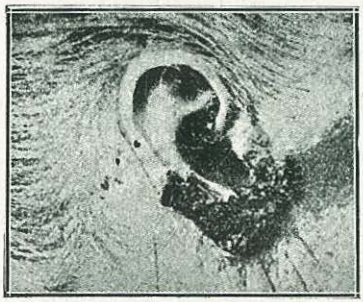


Fig. 50.—Epitelioma úlcero-costroso del lóbulo de la oreja.

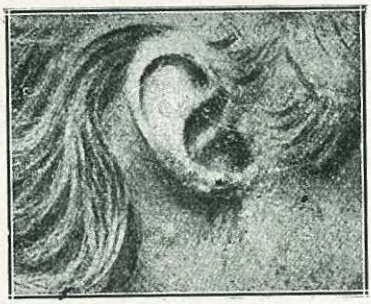


Fig. 51.—Curado.

de éxitos y nosotros lo obtuvimos en uno de la órbita derecha con exoftalmos pronunciado. El tumor llegó a desaparecer recobrando el ojo su posición normal.

En la literatnra radiumterápica se describen numerosos ca-

sos de éxito en carcinomas de la órbita, lo que indica la posibilidad curativa de esta clase de tumores. Sinembargo la regla es el fracaso.

Se trata generalmente de tumores que es necesario radiar a través de tejidos sanos y esto disminuye la acción terapéutica de las substancias radiactivas.

Fig. 52.—Epitelioma de la nariz.

El tratamiento del epitelioma de los párpados y conjuntiva por la acción del radio tiene el inconveniente de producir una intensa conjuntivitis si la aplicación de aquél es algo insistente. En particular cuando hay que actuar dentro del ojo se produce una violenta conjuntivitis que obliga a suspender por unos días el tratamiento.

Los epiteliomas de la mucosa nasal son tanto más fácilmente curables cuanto más se acerca su asiento a los orificios externos de la nariz; es decir, cuanto más aspecto de epitelioma cutáneo tengan.

De todas las maneras son los tumores de la mucosa nasal de los que reaccionan bien a los cuerpos radiactivos. Los del vestíbulo, tanto del tipo vegetante como ulceroso, curan pronto y bien por la acción del radio, con completa y persistente cicatriz del cartílago nasal en el caso de que estuviera invadido.

Fig. 53.—Curado. Apenas es visible la cicatriz.

Los del resto de la mucosa nasal, ráramente primitivos sino más bien dependientes de invasiones del epitelioma del ángulo interno del ojo, aunque no responden tan bien como el del vestíbulo, son influídos muy favorablemente con el radio.

El epitelioma de la oreja es un caso particular del epitelio-

ma cutáneo. Bien influído por la radiación cura con facilidad aun cuando el cartílago se halle destruído. El del conducto del

Fig. 54.—Epitelioma vegetante con origen en la mucosa del vestíbulo nasal. Invasión del labio superior.

oído cede también con mucha facilidad a la acción radiante.

Los tumores epiteliales que asientan en la laringe, tanto in-

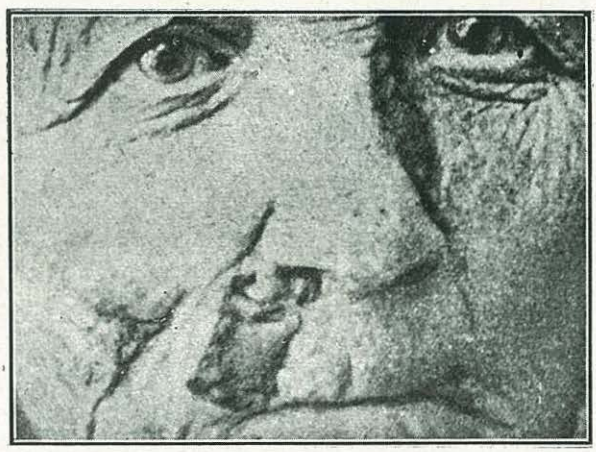


Fig. 55.—Fase de regresión

trínsecos como extrínsecos exigen cierta habilidad en la colocación del radio y en los casos no traqueomizados, los frecuen-

tes fenómenos asfícticos que se observan obligan a la colaboración del laringólogo. En realidad dede ser éste en unión del radiumterapéuta quien haga las aplicaciones radiactivas.

Algunos de los fracasos actuales se deben a esta falta de colaboración.

Nosotros sólo tenemos experiencia de dos casos que hemos tratado, uno de ellos reproducido después de la extirpación de

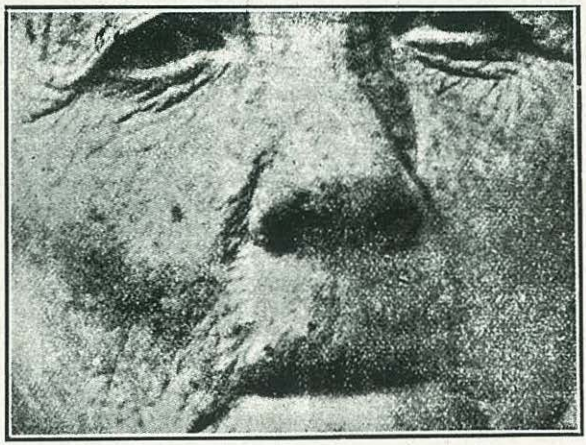


Fig 56 —Curado.

la laringe y el otro considerado como inoperable. Inutil parece decir que ambos estaban traqueomizados.

Los resultados fueron de alivio y de supervivencia que alcanzó a cinco años.

En el extranjero Heinatz, Czerny, Wickham y Degrais, Walter y otros citan casos de mejorías acentuadas alcanzadas en tumores laríngeos y de curación clínica durante su etapa inicial en algunos.

Cáncer del pene

El epitelioma del pene cuando tiene su origen en el prepucio y aún no ha invadido el glande puede ser curado por la intervención de los cuerpos radiactivos. El del glande muestra mayor resistencia y raramente se puede obtener una cicatriz.

En casos más avanzados de cánceres inoperables con adenopatías inguinales, la acción del radio es paliativa.

Como tal se justifica su empleo en los epiteliomas reproducidos post-quirúrgicamente, en los cuales se puede conseguir la disminución de la parte invadida y facilitar la expulsión de la orina en el caso que aquella estuviera entorpecida. Uno de nuestros casos lo demuestra satisfactoriamente. Cáncer del pene. Amputación. Reproducido el epitelioma inmediatamente, afectando la forma de un rodete circular que engloba la cicatriz dificultando la micción y prolongándose por la piel del vientre. El tratamiento radiante logró hacer desaparecer en la parte externa el referido rodete epitelial, descubriendo la cicatriz quirúrgica y cesando la dificultad en la emisión de la orina. Las molestias que acusaba el enfermo fueron por tanto grandemente desaparecidas.

Cáncer del pecho

Los resultados conseguidos con los cuerpos radiactivos sobre el cáncer de mama han sido de los mejor estudiados. Esto fué facilitado por la situación externa de los tumores, por las formas cerradas y abiertas que afectan, lo que permite una técnica sencilla y diferenciar el efecto del radio aplicado directamente sobre la lesión y a través de los tejidos sanos. Tam-

bién por el número considerable de casos que han podido ser radiados antes de la operación y después de ésta, cuando la recidiva tumoral era un hecho y por último, porque la profusión de ganglios axilares, infraclaviculares y supraclaviculares que hay ocasión de tratar, suministran una instructiva experiencia del método radiante sobre esas propagaciones linfáticas.

Veamos los resultados conseguidos:

En primer término conviene distinguir entre el cáncer no operado y el reproducido después de la intervención quirúrgica. El cáncer no operado puede o no estar en condiciones de operabilidad; es decir, estar más o menos limitado y las condiciones generales de la enferma más o menos convenientes para una intervención.

En el primer caso estamos autorizados a tratar la lesión con radio mientras observemos mejoría o por lo menos no haya agravación. En cuanto ésta se inicie o los resultados no sean satisfactorios, debemos aconsejar la Cirugía antes de que las condiciones del tumor le den carácter de inoperabilidad.

Esta conducta tiene la ventaja de no imposibilitar al enfermo el camino quirúrgico, mejorando además las condiciones operatorias del neoplasma por el previo ataque radiante.

Cuando se trata de tumores inoperables o reproducidos después de la operación la libertad para el tratamiento rádico es completa.

Esto tiene gran importancia porque los resultados del tratamiento radiante son bien distintos cuando se trata de un cáncer primitivo que de una reproducción tumoral. En el primer caso son mucho más favorables que en el segundo, bien porque el hecho de la reproducción indique un grado de vitalidad extraordinaria en las células tumorales, bien porque se excite aquélla bajo la acción del bisturí cuando la esterilización cancerosa no ha sido absoluta. Esto pudiera admitirse como una ley general para todos los casos.

Por eso no se puede aceptar en absoluto la práctica de remitir inmediatamente al cirujano todos los casos operables sin ensayar el tratamiento radiante con la cautela que hemos expuesto más arriba. Ensayado en esta forma se ob-

tiene el máximum de eficacia y no entorpece la acción quirúrgica.

Otra diferencia muy apreciable, en los efectos del radio sobre esta clase de tumores, se halla entre los que están ulcerados y los que se presentan subcutáneamente y hay necesidad de radiar a través de tejidos sanos. Esta diferencia en favor de los ulcerados, se comprende fácilmente recordando lo que dijimos al hablar del cáncer en general y de las condiciones óptimas de actuación del radio, las cuales se hallan en la aplicación inmediata a la lesión y en los procesos que interesan la piel.

En los tumores ulcerados se logra muchas veces aun cuando la ulceración sea profunda, alcanzar una cicatriz, cesando con ella las hemorragias, la sanies y demás fenómenos que acompañan a estas lesiones. Podrá quedar sinembargo un tumor, bajo la cicatriz, generalmente a evolución muy tórpida.

En los no ulcerados los resultados no son tan constantes y ofrecen una gama de eficacia que comprende desde la detención evolutiva hasta la desaparición del tumor. Generalmente es la primera la que se logra. (Véase nuestra estadística.)

Respecto de los ganglios de la axila o infra y supraclaviculares, podemos decir que son las propagaciones ganglionares que admiten más cantidad de radio sin los peligros que presentan los ganglios submaxilares en los procesos de su región, ni los inguinales en los de la suya.

Se logra muchas veces la fusión total del ganglio bajo la acción radiactiva pero sin formación de focos de necrosis.

Uno de nuestros casos es instructivo por este concepto. Carcinoma de mama juzgado inoperable por un justamente afamado cirujano de Madrid. Una enorme masa tumoral engloba todo el pecho izquierdo, cuyo pezón se halla invertido como un dedo de guante, y por encima de él una ulceración del tamaño de una moneda de duro y de profundidad como de dos centímetros. En la axila del mismo lado una metástasis ganglionar enorme. Diez aplicaciones de doce horas cada vez de 40 miligramos de radio con filtros de plomo en el término de cincuenta días. A los tres meses la ulceración estaba totalmente

cicatrizada, el pezón elevado aunque todavía retraído y el ganglio fundido en absoluto y dando salida a un líquido sero-sanguinolento, no mal oliente, que volvía a reproducirse según se evacuaba por punción. Hubo necesidad de abrir ámpliamente, lo que hizo el cirujano de referencia, quedando una masa epitelial adherida a los planos profundos. Nuevas aplicaciones de radio lograron aislar esta masa y entonces fué estirpada por el bisturí. Dos años más tarde la enferma vivía con un buen estado de salud.

Otro caso es el siguiente: Cáncer reproducido ligeramente en la cicatriz, pero con una metástasis ganglionar infraclavicular del tamaño de una naranja. Aplicaciones de radio sobre la cicatriz, diez y seis horas en totalidad con 30 milígramos de radio y filtros de plata, lograron desaparecer totalmente la lesión y borrar la cicatriz. Sobre el ganglio se hicieron sesenta horas en una primera etapa con la misma cantidad de radio. El resultado fué la fusión parcial del ganglio con la aminoración considerable de su volúmen. Esta enferma fué tratada en 1909 y en la actualidad vive en las mismas condiciones que entonces.

En ambos casos la piel que cubría los ganglios se conservó intacta hasta las maniobras que se hicieron para dar salida al líquido.

Por cierto que estos dos casos suministran una enseñanza que por lo demás se adquiere en muchas otras ocasiones. Ambos fueron tratados con placas y los focos de fusión tenían las dimensiones exactas de los aparatos, quedando los tejidos intermedios sin influir. Eso indica la necesidad de tratar los tumores de grandes dimensiones con aparatos de mucha superficie.

Wickham y Degrais, Abbe, Czerny, Kienböck, Forsel, Finzi y Schaed, Heinatz; Aikins y Starr, de Toronto; Exner, London, Sparmann y Ranci de la clínica de Eiselsberg; Stewwenson y Morrison en Irlanda y otros muchos citan numerosos casos de retrocesos en tumores malignos de la mama por la acción del radio, algunos de curaciones clínicas y muchos otros de resultados negativos. Nosotros siguiendo la pauta que nos hemos impuesto, expondremos solamente los resultados de nuestra práctica.

Cuadro estadístico de 35 carcinomas de mama tratados con el radio

CARCINOMAS		Número	Curados clínicamente	Aliviados	Sin resultado
Operables...	ulcerados.....	5	2	3(1)	
	no ulcerados...	3	»	3(2)	
Inoperables.....		13		7 (3)	6
Reproducidos.....		14		6 (3)	8

(1) Representado por la cicatrización de la parte ulcerada y retardo evolutivo.

(2) Manifestado por la reducción tumoral y liberación del pezón si estaba retraído.

(3) También manifestado por reducción del tamaño del tumor y ganglios, con disminución del edema, de los dolores consecutivos y supresión de hemorragias.

Cáncer en los órganos genitales de la mujer

El tratamiento de los procesos neoplásicos de los órganos genitales de la mujer constituye uno de los más importantes capítulos de la Terapia radiante.

En la mayor parte de las obras extrajeras que tratan de estas materias se describen bajo el epígrafe «El radium en Ginecología» significando con esto las aplicaciones de aquel agente en todos los procesos neoformativos tanto epiteliales como de otra naturaleza y en algunas otras afecciones.

Nosotros siguiendo a esos autores y con el objeto de no repetir en otro lugar, haremos aquí mención de los resultados obtenidos con las substancias radiactivas en los distintos pro-

cesos ginecológicos donde se han empleado con éxito más o menos estimable.

Iniciado el tratamiento radiactivo en ciertas afecciones ginecológicas en Francia, con Oudin, Dominici, Verchere, Cheron, Tuffier, Wickham y Degrais, etc. ha recibido en todos los países, especialmente después del empleo del mesotorio por Krönig, Döderlein, Bumm, Gaus, Krinzki, Voigts, Krömer y otros, un impulso tan considerable que en la actualidad los trabajos radium-ginecológicos son de los más completos e instructivos de la nueva Terapia.

No ha sido España la que menos rápidamente se ha incorporado a esta nueva orientación del tratamiento ginecológico, figurando a la cabeza de sus propagandistas el ilustre profesor Recasens, al que siguieron ginecólogos tan distinguidos, como Candela, Gálvez Ginachero, Parache, Vital Aza, etc. y radiumterapéutas como Calatayud Costa, nosotros y algunos más.

Y no es sin embargo, por lo menos en los procesos cancerosos, que se logren en Ginecología con los cuerpos radiactivos éxitos superiores a los conseguidos en algunas otras regiones del cuerpo humano, es que se ha sabido valorar mejor los resultados, no pretendiendo conseguir siempre una acción curativa en el verdadero sentido de la palabra, bastando con la representada por la anticongestiva, analgésica, antihemorrágica, desodorizante, etc., acciones todas difíciles de conseguir por otros medios, incluyendo los quirúrgicos.

Arendt expresa muy bien este concepto después de afirmar que en muchos casos de cáncer la operación radical conduce a la muerte con más rapidez que si se deja al cáncer tranquilo, con las siguientes palabras: «En los carcinomas desarrollados no se puede prescribir medio mejor y más valioso que los rayos del radio» y añade que basta la capacidad del radio de cambiar el pestífero olor de los cánceres desarrollados de esta región para considerarle como un recurso estimable y justificar su empleo.

Hay que tener en cuenta que Arendt usaba como manantial radiactivo la pechblenda de uranio, la cual aplicaba sobre la lesión uno o dos días después de haber raspado las masas epiteliales y taponando con gasa empapada en una disolución de

cloruro de cinc al 30 %, obteniendo con ello mejorías acentuadas en varios casos de cáncer de útero y anejos.

Con técnica más completa las curaciones y mejorias alcanzaron un grado más elevado, logrando Schüking, con dos cápsulas de radio de uno y dos milígramos respectivamente, en un caso de carcinoma de útero la destrucción tumoral en superficie hasta la profundidad de algunos centímetros, la cesación del flujo icoroso y la cicatrización.

Wickham consigue en varios casos de tumores cancerosos de útero inoperables hacer recobrar al tumor por la acción del radio su condición de operabilidad, en otros logra mejorarlos grandemente suprimiendo las hemorragias, los dolores, el flujo icoroso, etc.

Muchos otros radiumterapéutas y ginecólogos han enriquecido la casuística ginecológica con aportaciones de casos de tumores malignos tratados por el radio, con resultados semejantes a los conseguidos en otras regiones del cuerpo humano y desde este punto de vista poco tendríamos que decir a lo ya dicho si no fuera porque el empleo del mesotorio, de las altas dosis de rayos y de la combinación de los rayos Röntgen con los radiactivos, dió un carácter especial al método radiante en Ginecología.

Las modificaciones de técnica, la mesotorioterapia, las altas dosis de rayos, etc. aparecen en la «Versammlung der Deutsche Gesellschaft für Ginäkologie» tenida lugar en Halle en Mayo de 1913, con los trabajos de Krönig, Bumm, Krömer y otros y desde entonces han sido numerosísimos los estudios realizados en esta dirección hasta obtener hoy un criterio bastante unánime respecto de la eficacia de la nueva técnica.

Los estudios de Kröning dividiendo a las enfermas en dos grupos, tratando a uno de ellos con mesotorio y rayos Röntgen, sin filtros o con débiles filtros y al otro con fuertes filtros y altas dosis de mesotorio (300, 500, y 800 milígramos) y rayos Röntgen, con objeto de evitación de recidivas después de operadas, y curativo en las que no lo habían sido, fué el punto de partida de lo que pudiéramos llamar la nueva técnica.

Los resultados logrados con los del primer grupo fueron semejantes a los conseguidos por otros autores, antes que Krönig, con el radio: es decir, cicatrización superficial supre-

sión de hemorragias, de dolores, etc. pero nunca una curación definitiva, por lo que concluyó afirmando aquel autor que las dosis débiles de mesotorio y rayos Röntgen sin filtros o con filtros ligeros, tienen sólo un carácter paliativo.

En los casos de empleo del mesotorio y rayos Röntgen sin filtros o con débiles filtros como profiláctico, en evitación de recidivas después de operadas las enfermas, obtuvo desfavorables resultados en un grupo de cuarenta y tres y de las cuales murieron pronto del cáncer, veintitrés. En otro grupo de veintiuna operadas en las que empleó los fuertes filtros que excluían todos los rayos menos los gammas y las grandes dosis de mesotorio y rayos X, quedaron libres de recidivas.

También en otro grupo de enfermas no operadas y sometidas a las altas dosis radiantes con fuertes filtros, se obtuvieron excelentes resultados, hasta el punto de que en diez y siete casos las biopsias no dejaron reconocer célula cancerosa alguna.

Estos estudios con los resultados expuestos parecían sancionar el empleo de las altas dosis.

También Bumm, dió una enorme importancia a la técnica de las altas dosis empleando 10.000 unidades X Kienbök y hasta 15.000 miligramos de mesotorio hora combinados o aislados. Con estas dosis trató una serie de carcinomas inoperables con favorables resultados representados por la desaparición del flujo icoroso y sanguíneo. Obtuvo por lo tanto resultados análogos a los conseguidos con las dosis moderadas de radio, ya que la curación anatómica no la pudo observar.

En una segunda serie de carcinomas inoperables tratados por él en unión de Voigts, con las altas dosis de mesotorio, 14.790 miligramos hora, obtuvo resultados excelentes. Libre de recidiva hasta los seis meses de observación en que fueron publicados los resultados, cicatrizada la parte local, con mejoría del estado general y pérdida o aminoramiento de la cualidad proliferativa de las células cancerosas.

El examen de las enfermas tratadas, le permitió observar durante meses una escara blanco grisácea, compuesta de una capa de tejido necrótico y debajo de ella tejido conjuntivo infiltrado y esclerosado, pero libre de células cancerosas. Esta escara era más intensa con los rayos débilmente filtrados, mas no faltaba en los tratados con filtros gruesos.

Observaron también, además de los cambios propios de la reacción del tejido canceroso, fenómenos de excitación en las vecindades tumorales en forma de dolores difusos, intensísimo tenesmo rectal, con evacuaciones muco-sanguinolentas, fiebre, debilidad, anemia, pérdida de apetito y en dos casos la formación de exudados sero-sanguinolentos en el tejido conjuntivo de la pelvis.

Todos estos fenómenos son debidos a verdaderas intoxicaciones mesotóricas y nunca o muy rara vez tienen lugar con las dosis moderadas.

También Bumm empleó las llamadas por él dosis medias —150 a 300 miligramos durante diez o doce horas—con intervalo de dos días entre las aplicaciones para dar tiempo a la reacción de los tejidos y con filtros durante los ocho o diez primeros días que dejaban pasar los beta. Cuando ya estaba modificada la lesión empleaba 200 o 300 miligramos con filtros de 2 milímetros de plomo.

Los resultados fueron semejantes a los anteriores.

Aún más entusiasta por las altas dosis se mostró Döderlein, quien creía ver el secreto de la eficacia anticancerosa de los cuerpos radiactivos en aquella condición, encontrando por este motivo ventaja del mesotorio sobre el radio, ya que del primero se pueden emplear mayores cantidades que del segundo.

Por el contrario Pincuss se muestra partidario de las dosis moderadas, creyendo ver la eficacia del mesotorio en los rayos beta.

Meidner, Schinkel, Krömer, Heinemann, etc. cultivan también la mesotorioterapia en combinación los dos últimos con la radioterapia. Los resultados conseguidos fueron satisfactorios, especialmente en lo que se refiere a mejorías.

En España el profesor Recasens obtuvo también muy acentuados éxitos con el empleo combinado de mesotorio y rayos X. En una primera exposición casuística—1914—de diez y nueve casos obtiene la curación clínica en dos carcinomas incipientes y en los restantes logra la desaparición de hemorragias, dolores, flujo icoroso, etc.

Nuevos y concienzudos trabajos del reputado ginecólogo han aportado señalados éxitos comparables con los obtenidos por Krömer, Gaufs, Bumm, etc.

También el afamado ginecólogo Galvez Ginachero ha hecho públicos valiosos trabajos clínicos de tratamiento del cáncer uterino con el radio e igualmente López Sancho, Mommenèu y algunos otros.

No vamos a exponer nuevamente nuestro criterio respecto al valor que nos merecen las aplicaciones de grandes dosis de substancias radiactivas, que por otra parte en la actualidad son defendidas por muy pocos radiumterapéutas y ginecólogos, pero si hemos de decir que jamás empleamos nosotros en el cáncer uterino más de 30 miligramos de radio y hemos obtenido resultados idénticos a los conseguidos por la mayoría de autores extranjeros; es decir, alguna, aunque rara, curación clínica en cánceres cervicales incipientes, supresión de hemorragias, dolores, flujo icoroso, mal olor y elevación del estado general. Cuando prolongamos la actuación hasta iniciar dosis semejantes a las llamadas medias por Bumm obtuvimos fenómenos de tenesmo rectal y vesical, decaimiento general y los focos de necrosis y las hemorragias se hicieron frecuentes.

Son estos, fenómenos de saturación o *intoxicación* radiante muy bien descriptos por Bumm para el mesotorio y que conducen a la más extrema caquexia en breves días. Esto se debe tener presente.

Además las grandes aplicaciones radiactivas exigen los filtros gruesos y por tanto la supresión de los beta que probablemente desempeñan un papel biológico superior al de los gamma.

Así parece desprenderse de trabajos de Abbe, en los que logró separar los rayos beta de los gamma, encontrando mínimo efecto en estos últimos y una acción retardativa intensa en las células tumorales por efecto de los primeros. Pincus, Stevenson, Lazarus Barlow, etc. se inclinan también por reconocer en los β una intensa acción sobre las células cancerosas.

Por otra parte, dosis realmente pequeñas de radio producen efectos curativos tan apreciables como en los casos descriptos por Schücking y sin salir de nuestra Patria por Calatayud Costa, quien con 12 miligramos de radio consiguió la curación de un cáncer uterino.

En otros tumores uterinos como los fibromas y miomas, se

ha empleado el radio y mesotorio con resultados excelentes; el primero por Oudin, Verchere, Fabre, Cheron, Wickham y Essen-Müller y el segundo especialmente por Gaufs y Krinzki.

Los aparatos son colocados en fuego cruzado, uno sobre la lesión y otro a través de la piel del vientre, provistos ambos de fuertes filtros, más grueso naturalmente el externo puesto que se busca acción de mayor profundidad; ½ milímetro de plata o de platino para el interno; 2 milímetros de plomo para el externo, si se trata de tubos; 3 milímetros para las placas.

Las dosis a emplear tienen que ser elevadas, puesto que no se actúa más que con gammas. Las sesiones pueden ser casi contínuas o distribuirlas en forma de que en el espacio de tres semanas se radien unas doscientas horas. (Wickham.)

El tratamiento tiene la enorme ventaja de no producir molestias y permitir a las enfermas en los intervalos de las aplicaciones, su vida ordinaria.

Los resultados conseguidos en la mayor parte de los casos han sido satisfactorios y se manifiestan por una reducción progresiva de la tumoración, por aminoramiento o total supresión de las hemorragias y por mejoría del estado general.

Las contraindicaciones, según Cherón, se hallan en las mujeres debilitadas por intensas hemorragias, en las nefríticas, en las que padecen salpingitis pertinaces; cuando el tumor ejerce fuertes presiones sobre los órganos vecinos y por último, cuando ha sobrevenido degeneración maligna del tumor, en cuyo caso debemos aconsejar el bisturí.

Otro punto a considerar en el tratamiento de estos tumores por los cuerpos radiactivos, se refiere a la posible producción de la esterilidad. Naturalmente, la importancia es nula tratándose de mujeres de cierta edad, pero no sucede lo mismo cuando lo es de jóvenes y resulta doloroso, como dice Lypliawsky, que una joven con mioma uterino pague con la esterilidad el haberse librado de una operación.

Por esto es necesario valorar cuidadosamente aquella posibilidad y en muchos casos abstenerse de radiar miomas uterinos en las jóvenes, aconsejando los medios quirúrgicos, los cuales son capaces de conservar al útero y anejos en su integridad funcional.

También los cuerpos radiactivos ejercen una favorable acción en las hemorragias metropáticas y en otros procesos inflamatorios útero anexiales.

Epitelioma de la piel

Si el radio y demás cuerpos radiactivos no tuvieran en su haber otros éxitos que los conseguidos en el epitelioma cutáneo, no dejaría por eso de considerárseles como agentes terapéuticos de inestimable valor.

Tal es en efecto la favorable influencia que ejercen, que desde la aparición en Medicina del método radiante se han desechado cuantos remedios había en uso contra los referidos epiteliomas, incluyendo los quirúrgicos a excepción de ciertos casos.

Muchas son las formas clínicas que ofrece el epitelioma de la piel y de ellas, algunas le imprimen un carácter de alta malignidad para todo el organismo, otras, de malignidad exclusivamente local y no faltan, en gran número por fortuna, las de cáracter benigno.

Todas ellas son bien reaccionadas por el radio, aun cuando no todas sean igualmente curables.

Histológicamente se dan tambien formas bien diferentes que concuerdan en parte con las clínicas, aun cuando nunca en lo que al tratamiento rádico se refiere, se pueda establecer una estrecha unión entre los caracteres histoclínicos y los resultados terapéuticos.

De los 125 epiteliomas de la piel que hemos tratado hicimos con frecuencia biopsias antes de la radiación que, con los detalles clínicos recogidos, inclinaron nuestro pronóstico hacia lado nada favorable y sinembargo, el éxito fué rápido y completo; otras veces sucedió lo contrario.

Respecto a la región se observan tambien pequeñas diferencias, siendo a nuestro juicio más resistentes los de las partes descubiertas.

De todas suertes la curabilidad del epitelioma de la piel depende en gran parte del tipo histoclínico que afecte, del grado de desarrollo, sobre todo en extensión y profundidad, de la región en que asienta y de los tejidos donde tenga origen.

Los espino celulares (cancroides) y los terebrantes suelen ofrecer la mayor resistencia al radio, especialmente cuando se hallan muy extendidos.

Fig. 57.—Epitelioma originado en una cicatriz

En esta clase de epiteliomas se obtiene las más de las veces una rápida mejoría con el radio, hasta el punto de convertir la lesión en la mitad o en la tercera parte de lo que era primitivamente; pero llegada esta situación no se logra influirle más, quedando estacionado así durante un espacio de tiempo considerable (periodo de alivio) pasado el cual el epitelioma puede recobrar su marcha invasora.

Las adenopatías en esta clase de epiteliomas suelen ser relativamente más frecuentes que en ninguno otro de la piel y aunque ceden algunas a la radiación, son siempre motivo para que el radiumterapéuta establezca una estrecha vigilancia a fin de aconsejar la Cirujía en momento oportuno.

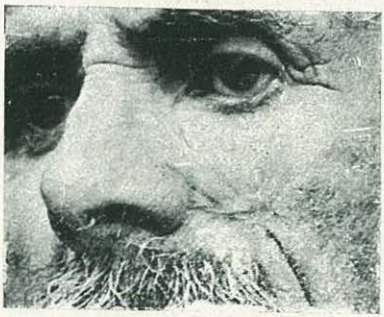


Fig. 58.—La cicatriz se ha borrado en parte.

Claro es que la gravedad de estos epiteliomas está también en el sitio donde se desarrollan (cercanía de los orificios naturales, convirtiéndose bien pronto por invasión de vecindad en un caso de cáncer de labio, de pene, de ano, etcétera con toda la importancia que tienen estas lesiones en los referidos órganos.

También se originan con frecuencia en las cicatrices, especialmente en las del lupus, presentando una rebeldía considerable al tratamiento. Esto se comprende dado que los tejidos pericancerosos tienen disminuída la resistencia por la acción lúpica y se dejan fácilmente infiltrar. Por la misma razón los epiteliomas desarrollados sobre cicatrices de quemadura ofrecen una resistencia grande aunque menor que los anteriores.

Más dóciles (nos referimos siempre al mismo tipo clínico) son los que tiene origen en las cicatrices quirúrgicas y de traumatismos en general.

Fig. 59.—Epitelioma vegetante

En todos estos casos hay que contentarse con alcanzar un alivio extraordinario y conservarlo con una prudente y discreta dirección de tratamiento. Nos parece poco toda insistencia sobre este punto.

Conviene ilustrar al enfermo respecto del alcance terapéutico de la radiación a fin de evitar impaciencias y con ellas maniobras intempestivas que echen abajo los frutos logrados con el radio.

Una historia clínica, por desgracia harto frecuente, acentuará la importancia de lo que acabamos de decir.

Hombre de cincuenta y seis años, marino. Viene a Madrid con objeto de someterse a una operación quirúrgica por un

epitelioma terebrante de la región malar iniciado ocho meses antes. Rechazados los procedimientos quirúrgicos ante la grave intervención propuesta y las pocas garantías de éxito que se le daban, se decide a tratarse con radio. Cuando nosotros le vimos por primera vez observamos en la región malar una extensa ulceración de bordes tallados a pico y de gran profundidad, presentando en el fondo un trayecto infudibuliforme que pasapa por debajo del arco zigomático. Estado general excelente.

Se le hace un tratamiento radiante intenso en aplicaciones de cinco horas y en número de diez con dos placas de 20 mi-

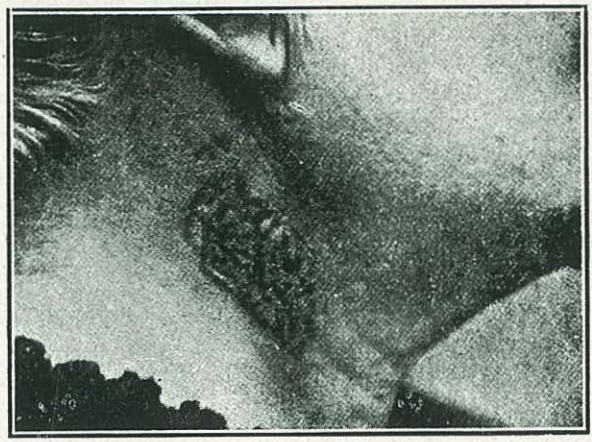


Fig. 60.—La cicatriz es pigmentada pero no se observan restos del epitelioma

lígramos de radio para la parte externa y un tubo de 10 milímetros colocado en el infundíbulo, provistos ambos de filtros de plata de un milímetro. A los dos meses la lesión se había reducido considerablemente, rebajándose los bordes y epidermizándose las paredes de la úlcera hasta el punto de dar la impresión de haberse curado totalmente. Quedaba sinembargo un punto abierto que correspondía con el infundíbulo, del tamaño de una moneda de céntimo por donde salía ligera serosidad. Nuevo tratamiento en ese punto no fué seguido de éxito, por lo que desistimos de hacer más, aconsejando al enfermo volviera en cuanto notara agravación. Volvió al año siguiente pero en el mismo estado que le dejamos; es decir,

cicatrizada toda la lesión exceptuado el infundíbulo, donde llevaba colocado un trocito de gasa que era renovada cada veinticuatro horas ligerísimamente manchada. Le aconsejamos no hacer nada y darlo por curado con el achaque de llevar una

Fig. 61.—Epitelioma ulcerado sobre una cicatriz de quemadura

gasa en la cara que sólo complicaba su toilette, aceptando nuestra prescripción al parecer contento.

Diez meses después volvimos a ver el enfermo en un estado lamentable, reproducida y ensanchada la úlcera, con edema del párpado inferior y un ganglio prearicular del tamaño de una

nuez. Llegó a nosotros solicitando nuestro perdón, en lugar del suyo, pues nos dijo que descontento con tener aquel duende en la cara (textual) y viendo que los médicos no le aconsejaban tratamiento alguno se había puesto en manos de un curande-

Fig. 62.—Notablemente mejorado

ro quien con unos parches cáusticos le había dejado como le veíamos.

Hicimos nuevo tratamiento con radio, de aquél hombre que era justamente considerado como muy culto, sin resultado alguno. Las hemorragias se hicieron frecuentes, los ganglios carotídeos se infectaron tambien y el enfermo murió.

Como el sujeto de esta historia, otros muchos intentan después del éxito incompleto del radio tratamientos inadecuados que acortan su vida.

El enfermo debe saber el peligro de intentar ningún procedimiento caústico o irritante que rompa la situación estacionaria conseguida con el radio, ya que las segundas actuaciones radiactivas nunca tienen el valor de las primeras y si una falsa maniobra destruye los efectos de éstas, puede quedar el enfermo sin recurso terapéutico alguno.

Nosotros tenemos enfermos dóciles, que nos visitan de vez en cuando y que conservan su cáncer de piel en condiciones de semicuración desde hace ocho años, a los que no hemos hecho en ese espacio de tiempo más que algunas cortas sesiones radiantes.

El resto de los epiteliomas de la piel curan perfectamente por la acción del radio aun cuando muchos de ellos hayan resistido a la cucharilla y a la Röntgenterapia.

De una cuidadosa estadística de 125 casos de epiteliomas cutáneos de todas clases que hemos tratado, obtenemos las siguientes cifras:

Curados	60
Aliviados	57
Sin resultado	8
Total	125

Es decir curados en absoluto un 48 por 100; aliviados algo menos del 46 por 100 y sin resultado algo más del 7 por 100. Como muchos de los aliviados lo son considerablemente y todos ellos de una manera bien apreciable, podemos uniendo las dos primeras cifras obtener la de 117 casos favorecidos por la Radiumterapia.

Nuestra estadística da un tanto por ciento de casos rebeldes algo mayor que las publicadas por otros radiumterapéutas (el 6 por 100, Wickham, Barcat, Butler, Simeto y Susviela del Instituto de Radiología de Montevideo etc, etc.) lo que atribuímos a nuestra conducta de aceptar para el tratamiento todos los casos que se nos han presentado.

Por su aspecto clínico podemos dividir los 125 casos de epiteliomas en de

Forma vegetante	31
» ulcerosa (cancroides, ulcu-rodens, terebrantes)	65
Epiteliomas planos y otras formaciones epiteliomatosas	20
Desarrollados en cicatrices (lúpicas, quemaduras, traumáticas, etc.) de forma ulcerosa o vegetante	9
Total	125

Dominan como se ve las formas ulcerosas sobre las vegetantes, perladas, etc.

Respecto a la clasificación por regiones en relación con los resultados terapéuticos conseguidos, se expresan en el siguiente cuadro:

ASIENTO	Número	Curados	Aliviados	Sin resultado
Mejillas y carrillos	36	19	15	2 (1)
Párpados	17	9	8	»
Nariz	32	14	16	2
Frente	9	5	3	1
Cuero cabelludo	7	3	4	»
Cuello	3	2	1	»
Tronco	8	1	6	1 (2)
Márgenes del ano	4	1	1	2 (3)
Muslos	1	1	»	»
Pierna	5	3	2	»
Mano	3	2	1	»
Totales	125	60	57	8

(1) Uno de ellos desarrollado sobre un lupus vulgar; el otro de forma vegetante y del tamaño de una cereza, pero de una malignidad extraordinaria.

(2) Desarrollado sobre areola del pecho izquierdo en hombre.

(3) Invadieron pronto ano y recto.

Cánceres conjuntivo vasculares

Desde los primeros tiempos de la Radiumterapia se ha considerado el sarcoma como más sensible a los rayos radiactivos que el epitelioma.

Tal consideración se apoyó principalmente en los trabajos de Dominici y Faure-Beaulieu respecto a la metamorfosis histológica que sufren esos tumores convirtiéndose en fibromas por la acción del radio.

El examen clínico demostró también que a la transformación histológica correspondía otra transformación en el concepto de malignidad y sólo restaba asegurarse de la persistencia de tal cambio clínico.

Hoy con suficiente experiencia ya, se puede afirmar—dados los numerosos casos de sarcoma curados con el radio—que la curación de los referidos tumores puede ser definitiva, aun cuando naturalmente, no todos los tipos histológicos y clínicos son igualmente susceptibles de curación.

Como en el epitelioma, se ventila aquí una cuestión de sensibilidad específica a la radiación, hallándose diferencias apreciables entre los sarcomas según su estructura celular y otras condiciones no bien conocidas.

En la clasificación de sarcomas propuesta por Delbet, Menetrier y Herrenschmidt en los tres principales grupos de sarcomas de tejido conjuntivo común, sarcomas de tejido conjuntivo especial para la formación del esqueleto y sarcomas de tejido linfóide y hematopoyético, encontraremos las más variadas diferencias de sensibilidad al radio. Así en el primer grupo hallamos el fibrosarcoma, el sarcoma fasciculado y el encefalóide y con ellos tres grados distintos de sensibilidad; medianamente sensible el fibro-sarcoma, resistente el fasciculado y bastante sensible el encefalóide.

En el segundo grupo encontraremos igualmente una gran diferencia entre el condro-sarcoma, el osteo-sarcoma, épulis,

etcétera y lo mismo nos sucede en los sarcomas del tejido linfóide y hematopoyético. Entre ellos se encuentra el linfosarcoma que goza de la mayor sensibilidad a los rayos del radio.

En regla general la sensibilidad del sarcoma como la de todos los tumores malignos responde a la más rápida actividad generatriz de sus células y a la mayor diferenciación morfológica y funcional de éstas (Bergonie-Tribondeau.)

Fig. 63.—Sarcoma del ángulo interno del ojo
Reproducido después de la operación

Claro es que el problema terapéutico del sarcoma, aunque muy favorecido por la mayor sensibilidad que pueda ofrecer el tumor, no queda resuelto con ello, pues es necesario contar con las facilidades metastásicas de esos mismos tumores de gran sensibilidad radiactiva, dándose el caso, con más frecuencia que en el epitelioma, de hacer desaparecer totalmente el tumor por la acción del radio y surgir rápidamente una metástasis de mayor resistencia a los rayos.

Fig. 64.—Sin recidiva

Así nos ha sucedido con una niña de nueve años natural de Pozoblanco, quien padecía un enorme sarcoma del maxilar superior izquierdo con irrupción en la boca, considerado como inoperable o difícilmente operable. Se hizo tratamiento en fuego cruzado, por dentro de la boca y por la cara, con 40 mg. de radio y filtro de plata de un mm. El resultado fué tan manifiesto que a los cuarenta días desapareció totalmente el tumor considerando a la enfermita completamente curada.

Seis meses después volvía la niña a mi consulta con un tumor difuso de vientre que ni la Cirugía ni el radio supon contener.

En otros casos como el representado por la fotografía nú-

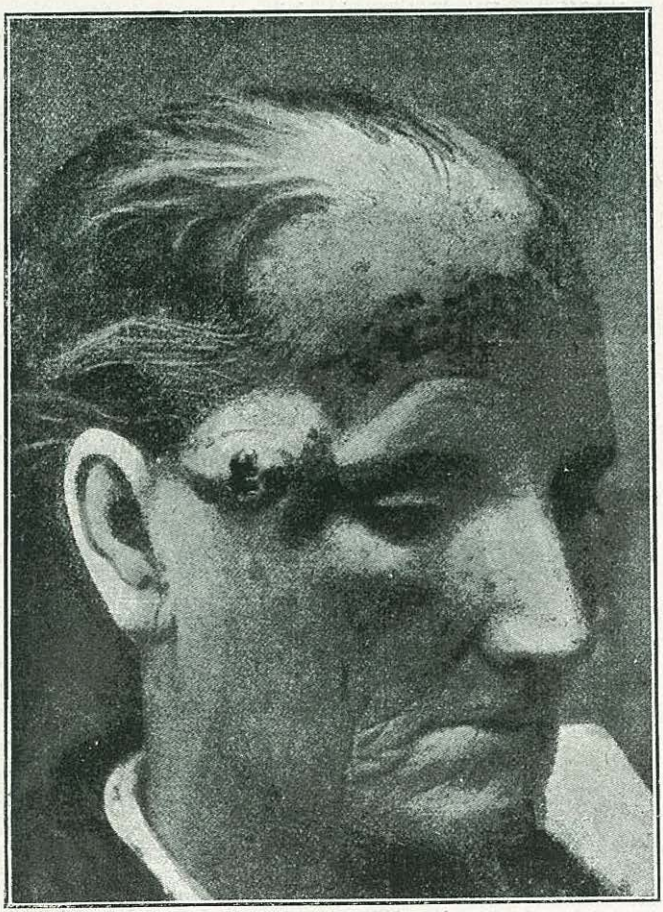


Fig. 65.—Sarcoma de la región temporo facial. Reproducido después de operado.

mero 65, la recidiva tuvo lugar seis años después. Se trataba de un sarcoma fuso celular de la región temporo malar reproducido cinco meses después de una intervención quirúrgica. Se le hizo tratamiento radiactivo intenso y regresó por completo el tumor hasta obtener una cicatriz. Fué dada de alta la enfer-

ma a fines de 1909 y hasta la primavera de 1916 estuvo perfectamente. En esta época se presentó en mi clínica con un tumor del maxilar superior de evolución tan rápida que apenas si pudo actuar el radio, y menos la Cirugía pues se consideró el

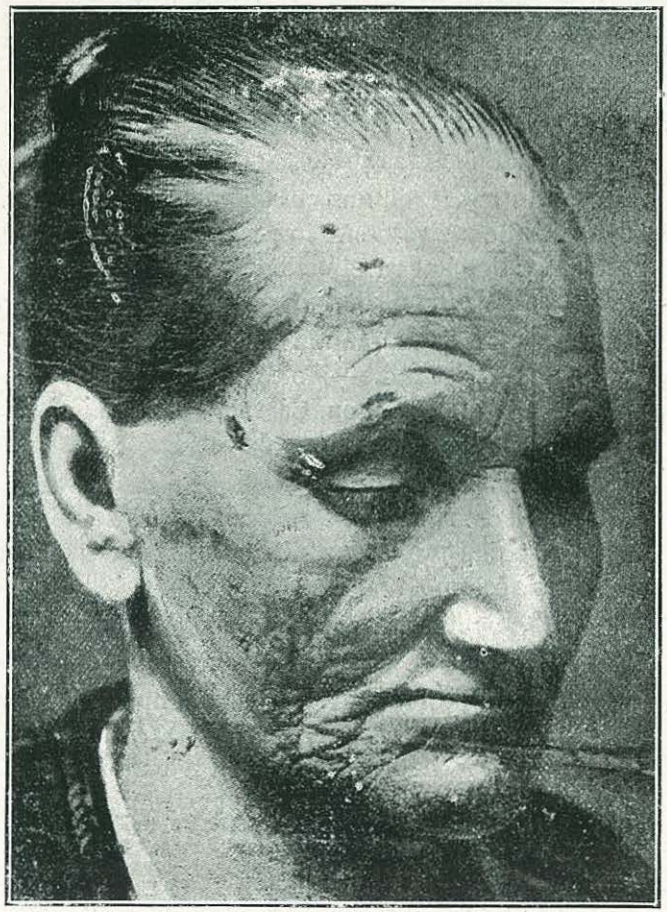


Fig. 66.— Sin recidiva hasta los seis años.

caso como totalmente inoperable desde los primeros momentos. La enferma regresó a su pueblo en situación gravísima.

Exponemos estos dos casos de los diez y ocho que hemos tratado para hacer resaltar la necesidad de que el individuo sarcomatoso curado por el radio debe quedar sometido a una vi-

gilancia periódica por el médico a fin de sorprender, en época curable, las más ligeras iniciaciones tumorales y también para insinuar la idea de que cuanto más sensible se presenta el tumor al radio, tanto más de temer son las metástasis en otros órganos.

En el tratamiento del sarcoma hay que conseguir la total desaparición del tumor, pues no admite tanto como el epitelioma, la conservación en estado de gran alivio. Por eso somos nosotros partidarios en estos casos de las grandes dosis radiactivas y de los tratamientos rápidos.

Que se puede conseguir una curación que persista durante mucho tiempo o definitivamente lo prueban, entre otros casos, el que acabamos de citar recidivado a los seis años. Tenemos otros aún no recidivados de 5, 4 ½ y 2 años respectivamente.

La literatura médica extranjera está plagada de casos de sarcoma curados por el radio—Morton, Dominici, Wickham, y Degrais, Abbe, Monnot y Segon, Czerny, Exner, Blauel, Reygner, Butler, Aikins, etc., etc.—libres de recidiva a varios años de fecha.

Gran parte de estos casos se refieren a linfosarcomas que dotados de una una gran sensibilidad al radio cedieron rápidamente a su acción.

La recidiva *in situ* del sarcoma puede ser evitada con tratamientos periódicos con radio, de la región afecta.

Este tratamiento profiláctico tiene una importancia grande y debe hacerse en todas las ocasiones pues ya hemos dicho repetidas veces la facilidad que ofrecen a curarse las iniciaciones tumorales y lo rápidamente que se forman razas de células resistente al radio en las segundas y terceras actuaciones de éste.

Si estas nuevas razas celulares se desarrollan, el radio será impotente para dominarlas.

XVI. Radio en Dermatología

La terapéutica dermatológica ha encontrado en el radio y demás substancias radiactivas un poderoso auxiliar.

Ya hemos visto los beneficios alcanzados por su actuación en el epitelioma de la piel, el más favorecido terapéuticamente por la acción del radio de todas las neoformaciones epiteliales y el primero también que, en el orden histórico, recibió su influencia curativa.

Otras enfermedades rebeldes de la cubierta tegumentaria (lupus, psoriasis, eczema, etc.) son igualmente beneficiadas por el tratamiento de los elementos radiantes y no faltan, desde el punto de vista cosmético, aplicaciones altamente cotizables de las referidas subtancias.

Por otra parte, en terapéutica dermatológica tienen aplicación todas las acciones biológicas de los rayos radiactivos, desde la excitante de los α a la sutil y de gran penetración de los γ. Por eso también es la piel la más exigente en técnica y en arsenal radiactivo, que debe contar con algunos aparatos planos de grande superficie aun cuando la intensidad de ellos sea pequeña.

Ha de limitarse, naturalmente, la aplicación de los elementos radiactivos a las enfermedades donde hayan fracasado los métodos ordinarios de tratamiento, a excepción de algunas que deben ser justiciables desde el primer momento del procedimiento radiante. Esta conducta tiene la ventaja de no ampliar demasiado e injustamente los límites naturales de la Radiumterapia, como se ha hecho sistemáticamente por algunos radiumterapéutas, no dermatólogos, presentando como éxitos del método, casos que no resisten a los tópicos ordinarios y desorientando de esta manera al médico general.

También ha de tenerse en cuenta al tratar las afecciones dermatológicas que no es suficiente en muchos casos curar si ello no va acompañado de un resultado estético favorable. De aquí la importancia que tiene el conocimiento de lo que pudieramos llamar los inconvenientes del radio en el tratamiento de las afecciones de la piel, los cuales están reducidos a los siguientes: quemaduras o radiumdermitis, depresiones, pigmentaciones, telangiectasias y depilaciones.

Radiumdermitis.—No son esclusivas del tratamiento de las afecciones dermatológicas y pueden producirse igualmente al actuar sobre lesiones subcutáneas a través de la piel. Nosotros hacemos mención en este sitio por ser mucho más frecuentes con los rayos blandos de uso exclusivamente dermatológico.

La radiumdermitis no tiene la importancia y gravedad que la debida a los rayos Röntgen exceptuando los casos, ciertamente rarísimos, de descuidos incalificables en que se necrosa fuertemente la piel. Tampoco es comparable desde el punto de vista de la gravedad, con los focos de necrosis en los tejidos patológicos.

Ya al tratar de los efectos del radio sobre los tejidos normales expusimos las lesiones que aquél puede producir sobre la piel, por lo que no insistimos en hacer descripción de la radiumdermitis. Es sencillamente una quemadura producida por el radio para la cual se pueden aceptar los mismos grados de intensidad admitidos en las quemaduras ordinarias.

Puede ser ocasionada por todos los rayos si el tiempo de aplicación es considerable y si la dosis sobrepasa el límite fisiológico de absorción radiante de la piel. Es mucho más frecuente con el uso de los rayos blandos.

Se trata en la mayor parte de los casos de un error de dosis pero hay ciertas condiciones individuales que la facilitan. Nosotros hemos notado ligeras radiumdermitis con dosis mínimas, que aplicadas sobre nosotros mismos no dejaron manifestación ninguna. Parecen ser más sensibles las regiones del cuerpo no descubiertas y las tocadas repetidamente por la radiación.

La radiumdermitis recibe el nombre de tal cuando no tiene un carácter terapéutico, ya que en muchas ocasiones, y en el

llamado método destructivo, provocamos la radiumdermitis terapéutica con frecuencia. Por eso en el libro de Wickham y Degrais se la incluye entre las reacciones extraterapéuticas.

Generalmente no pasa del eritema o de ligera ulceración.

Otras veces estas acciones del radio sobre la piel se deben a la producción de rayos secundarios que se originan al atravesar los primarios los filtros y las pantallas protectoras. Los filtros de latón niquelado y el papel negro reducen considerablemente la posibilidad de su producción.

Las radiumdermitis, fuera de aquellos casos de descuidos, no representan otra cosa que dilaciones en el tratamiento por la suspensión temporal que de él originan.

Curan siempre bien y no producen más que ligeras molestias y sobre todo, escozor.

El mesotorio, produce igualmente dermitis a pesar de no emitir alfas.

Depresiones.—La depresión intensa de los tejidos por atrofia cutánea es rarísima y sólo puede presentarse como secuela de las radiumdermitis. Son por lo tanto como estas debidas a un error de dosis.

Las cicatrices provocadas por el radio no originan depresiones si se guarda la necesaria armonía entre la lesión y las dosis.

Wickham aconseja conservar las costras rádicas y limpiar solamente con antisépticos débiles la periferia de ellas para evitar depresiones, generalmente producidas por exceso de maniobras y separación diaria de las costras. Es ésta una práctica muy útil, que hemos tenido ocasión de comprobar siempre. Sólo en el caso de que debajo de la costra se forme pus debe levantarse aquélla.

Pigmentaciones.— Es otro de los inconvenientes que pueden surgir al tratar las afecciones de la piel. Sin transcendencia alguna cuando se trata de un padecimiento grave, resulta sumamente desagradable cuando tiene lugar en la cara y por lesiones de relativa poca importancia.

La pigmentación puede ser en toda la superficie tratada como nos sucedió en el caso que representa la Fig. 60 o bien por pequeños puntos diseminados de agrupaciones de pigmen-

to. Nosotros hemos observado con más frecuencia la producción de pigmentaciones en la periferia de la lesión que en el centro y especialmente en los casos que defendimos los tejidos sanos por pantallas protectoras de plomo.

Estos casos deben atribuirse a rayos secundarios muy blandos que se originan al tocar los primarios el plomo de la pantalla, por lo que ahora dejamos siempre medio centímetro de tejido sano al descubierto alrededor de la lesión.

Las personas ricas en pigmento y los seborréicos (Wickham) son más fáciles a las pigmentaciones. También lo facilitan las aplicaciones sin filtro o ligeramente filtradas.

Estas pigmentaciones no suelen ser permanentes y algunos meses después de su producción suelen desaparecer. Nosotros hemos obviado el inconveniente de las pigmentaciones radiando nuevamente la parte pigmentada, con tal éxito, que puede decirse que responde el procedimiento en todos los casos haciéndolas desaparecer.

Telangiectasias.—El radio produce algunas veces excitaciones de las células de los vasos sanguíneos originando telangiectasias que rebajan desde el punto de vista estético el resultado de la curación. Estas telangiectasias se producen principalmente en las cicatrices resultantes de tratar por radio los epiteliomas ulcerados de la piel y sobre todo con las aplicaciones poco filtradas. Freund y Oppenhein, creen que este fenómeno es debido a una enfermedad de los vasos, provocada por los rayos radiactivos y Schmidt que ha hecho un detenido estudio de las telangiectasias, opina, que éstas responden a una medida de defensa del organismo al objeto de la mejor nutrición y cicatrización.

El inconveniente que de esto resulta es mínimo, porque lo mismo que con las pigmentaciones basta radiar nuevamente los vasos telangiectados para hacerlos desaparecer.

Las telangiectasias tardías, acaecidas varios meses después del tratamiento sobre cicatrices rádicas, son siempre muy finas y la mayor parte de las veces no se pueden considerar ni como manifestación antiestética.

Depilaciones.—El radio tiene propiedades depilantes enérgicas, pero tan inconstantes que no se puede erigir en tratamiento metódico aquella interesante propiedad.

Nosotros hemos tratado con radio numerosas regiones cubiertas de pelo y comprobamos esta inconstancia de que acabamos de hablar. A veces tratamientos poco intensos y bien filtrados originaron una alopecia temporal y por el contrario fuertes intensidades de rayos blandos no originaron caída de pelos.

Fig. 67.—Escrofulodermia y lupus

Por regla general se debe admitir, sinembargo, que las aplicaciones poco filtradas producen con más frecuencia depilaciones que las ultrapenetrantes.

Estas alopecías según algunos autores (Bayet) pueden ser temporales o definitivas, si bien todas las observadas por nosotros corresponden a las primeras.

Conocidas estas acciones secundarias del radio sobre la piel, vamos ahora a precisar las indicaciones y resultados conseguidos por la Radiumterapia en algunas afecciones dermatológicas, comenzando por el lupus.

Lupus.—En los albores de la Radiumterapia, Armando

Fig. 68.—Escrofulodermia y lupus

Blandamour, discípulo de Danlos, estudió el efecto del radio sobre el lupus tuberculoso. Desde entonces numerosos médicos, Davidson, Follard, Bayet, Barcat, Wickham y Degrais, Exner, Morton, Houston, Butcher, Scholtz, Blaschko y otros, han hecho públicos trabajos de terapéutica radiumlógica sobre dicha afección.

La mayor parte de estos autores están conformes en reconocer una acción favorable del radio sobre el lupus tuberculoso mediante la cual, los nódulos lúpicos se ulceran primero y cicatrizan después, pero también existe uniformidad de pareceres respecto a la incapacidad en que se halla el tratamiento radiante para evitar las recidivas de tan tenaz afección.

Fig. 69.—Curado

Influye mucho sobre esto, el radiar intensamente por el método destructivo no sólo la superficie lúpica sino también una zona de piel sana alrededor de ella como de medio centímetro de extensión; de esta manera, se ha logrado disminuir grandemente las recidivas, adquiriendo el tratamiento del lupus por el radio un lugar preeminente en Dermatología.

Ciertamente no conviene descuidar en el tratamiento del lupus la colaboración con el radio de otros medios, por lo que Wichmann de Hamburgo deja a la sola actuacción de aquél los casos donde no son susceptibles de excisión los nódulos lúpicos.

Ateniéndonos exclusivamente a los resultados conseguidos

Fig. 70.—Curado

por el radio en esta rebelde afección, hemos de consignar que la eficacia del tratamiento guarda una cierta dependencia con la marcha evolutiva del lupus.

En el lupus no *exedens* con tendencia esclerosa en el centro, bordeado de lupumas que van extendiendo por brotes sucesivos la afección, se consiguen buenos resultados con el tra-

tamiento radiante siempre que se llegue a ulcerar una zona alrededor de la lesión como de un centímetro de piel sana. Así hemos logrado nosotros curaciones que se han mantenido por mucho tiempo y en los casos de repululación de lupomas han sido discretos y dóciles al tratamiento. Este le realizamos siempre por zonas o sectores a fin de no tener en un momento dado una extensa ulceración de la piel.

En el lupus tuberculoso superficial (eritemato-tuberculoso de Vidal y Leloir), con tendencia a la curación expontánea, se facilita ésta grandemente con las aplicaciones de radio.

Las variedades ulcerosas reaccionan a los elementos radiactivos de distinta manera según se trate del lupus pustuloso, del vegetante ulceroso o del tubérculo-ulcero-serpiginoso. En el primero no se consigue nada mientras no están reblandecidas las elevaciones que le forman, pero una vez abiertas, la acción del radio facilita la cicatrización.

En el lupus vegetante ulceroso de marcha rápida *(lupus vorax)* no se logra más que retrasar la evolución del mal y cicatrizar alguna parte ulcerada, particularmente si no ha invadido las mucosas. La variedad tubérculo-ulcero-serpiginosa se beneficia de los cuerpos radiactivos por destrucción del tubérculo y cicatrización prematura.

El tratamiento del lupus por el radio exige la mayor parte de las veces llegar a la producción de fenómenos destructivos. Los aparatos de elección son los planos, con filtraciones muy ligeras, por ejemplo: 5 centésimas a una décima de milímetro de aluminio. En las superficies ulceradas se deberá filtrar más intensamente con plata, latón o plomo.

Una de las mayores ventajas del método se encuentra en la bella cicatrización que se consigue.

Respecto al lupus eritematoso, enfermedad que presenta las más diversas modalidades reaccionales, desde la menos resistente a la más tenaz, a los medios terapéuticos, puede decirse que el radio ejerce sobre él la más favorable influencia, habiéndose obtenido curaciones definitivas en casos rebeldes que resistieron a otros tratamientos.

Nosotros, que hemos tratado algunos con éxito, hacemos la aplicación del radio en sesiones de una hora con filtros de alumi-

nio de una décima de milímetro hasta producir el eritema y la vexiculación. Las placas lúpicas llegan por este procedimiento a reabsorberse en absoluto.

Escrofulodermias e infiltración ganglionar.—Las escrofulodermias, aun cuando no son fuertemente influídas por el radio

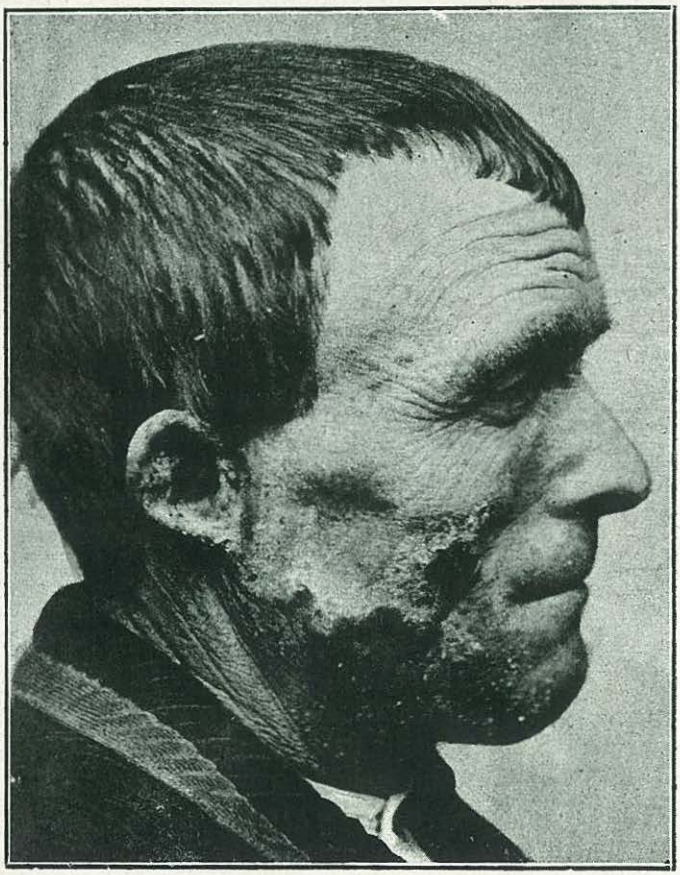


Fig. 71.—Lupus erimatoso

en el sentido curativo, gozan por la acción de éste la considerable ventaja de alcanzar una estética cicatriz. Lo mismo ocurre con los ganglios infartados y abiertos, los cuales por la acción radiante logran una cicatriz plana, flexible y libre de las bridas fibrosas y elevadas que con tanta frecuencia se presentan en las curaciones expontáneas de estas lesiones.

Sólo por este concepto profiláctico de la cicatrización queloideana y viciosa podría considerarse el tratamiento radiactivo de estas enfermedades como un recurso transcendental, ha-

Fig. 72.—Lupus eritematoso. Curado

bida cuenta de que basta radiar un ganglio durante una hora, previa limpieza de la herida y regularización con la cucharilla de la superficie ulcerosa, para asegurar una bella cicatriz in-

comparablemente mejor que si sólo se hubiera hecho la simple regularización quirúrgica. Pero además el tratamiento radiante reduce de manera ostensible la duración de la enfermedad.

Psoriasis.—Creemos con Bayet que el tratamiento por el radio de esta afección debe reservarse para los casos en que fracasan o se hallan contraindicados los tratamientos corrientes. De una manera singular para los psoriásicos antiguos y para las placas de ciertas regiones que como las de la cara, las de la frente en la unión con el cuero cabelludo, cabeza, dedos, mano, codo, etc. reaccionan mal a los otros medios terapéuticos.

El resultado es excelente, viéndose en el espacio de tres a cuatro semanas desasaparecer por completo las placas, después de haber pasado por un período de descamación y de mácula morenuzca.

Los aparatos de elección son las telas radíferas de grande superficie y pequeña intensidad y también las placas, las cuales, provistas de su mango se pueden entregar al enfermo para que él mismo se las coloque, durante el tiempo prefijado, en las lesiones psoriásicas. Schiff hace tres sesiones de cinco minutos cada una, sin filtros metálicos, recubierto el aparato solamente por una envoltura de caucho y Bayet con filtros de aluminio de 3 centésimas de milímetro de grosor.

Nosotros empleamos las placas de 10 miligramos de radio; envueltas en papel negro y caucho, durante cinco minutos y en número de tres o cuatro sesiones. A los diez días empieza la reacción, palideciendo las placas de psoriasis y cayendo las escamas hasta la producción de la mancha morena que va desapareciendo lentamente. Algunas placas ofrecen mayor rebeldía y es necesario insistir con el radio, durante veinte o veinticinco minutos, hasta iniciar ligera reacción inflamatoria.

Neurodermitis y eczemas.—Siguiendo a Bayet reunimos en este epígrafe las neurodermitis y eczemas por creer, con el referido autor, que muchos eczemas son verdaderas dermatoneurosis, en las cuales, en lugar de reaccionar la piel al tipo liquenóide como lo hace frecuentemente, afecta la forma eczematosa. Esta concepción, tiene la ventaja de apuntar hacia las verdaderas indicaciones del radio en el eczema, que son precisamente en aquellos que van acompañados de trastornos de la sensibilidad.

En muchas afecciones de la piel la condición precisa de su curación está en suprimir el prurito y esto es precisamente lo que hace el radio, hasta el punto de que en ciertas variedades del ezcema varicoso con enorme prurito rebelde a toda medicación, se consideran curados por el radio cuando desaparece aquél, aun cuando la *restitucio ad integrum* no se haya verificado; la pigmentación y los trastornos inflamatorios persisten frecuentemente. (Bayet.)

En general los resultados conseguidos han sido excelentes, lográndose por el radio curaciones rapidísimas de rebeldes y viejos eczemas.

Lo mismo que dijimos al hablar de la psoriasis, de que sólo los casos donde la terapéutica corriente ha fracasado eran justiciables del radio, repetimos aquí con respecto al eczema. Se radiarán los eczemas rebeldes a toda medicación. Wickham ha tratado el eczema agudo mediante el radio, con resultados lisongeros, pero nosotros, además de reconocer las dificultades que esto ofrece en la práctica, no hemos hallado ventaja alguna en tres caso de eczema agudo en que empleamos la Radiumterapia.

Sólo las formas crónicas del eczema requieren el método radiante. En las neurodermitis con liquenificación o eczematización circunscrita (liquen crónico circunscrito de Vidal) el resultado terapéutico del radio es verdaderamente sorprendente. Breves aplicaciones (cinco minutos de una placa de 10 miligramos de radio cubierta de caucho) durante dos o tres días, son suficientes para hacer cesar el prurito e iniciarse un desdibujamiento de la placa de liquen hasta aparecer la piel completamente normal. De la misma manera se conducen las neurodermitis a focos múltiples, aun cuando la gran extensión de las lesiones dilata considerablemente el tratamiento.

Los eczemas de los niños de pecho, tan rebeldes a la medicación ordinaria, son fácilmente influídos por la acción del radio en sentido curativo. Igualmente lo son los eczemas callosos y fisurarios de la palma de la mano y del pie, sorprendiendo la rapidez con que reaccionan favorablemente a los rayos del radio.

El arsenal radiante para tratar los eczemas y neurodermitis debe componerse de aparatos planos de grande superficie y de

poca intensidad con objeto de ampliar el campo de acción y de maniobrar con menos temor a producir fenómenos irritati-

Fig. 73.—Eczema fisurario hiperqueratósico de la palma de la mano. Rebelde a los tratamientos corrientes

vos de la piel y en su defecto con las placas corrientes, disminuyendo, claro es, el tiempo de aplicación.

La duración de las sesiones depende del caso a tratar y de la actividad del preparado de radio que se utilice. Tomando como

tipo las placas de 2 centímetros cuadrados con 10 miligramos de radio, desprovistas de filtros metálicos, pero con papel

Fig. 74.— Curado por la aplicación de una placa de 10 miligramos de radio durante quince minutos

y caucho, serán las sesiones de cinco minutos por lo general. Número de sesiones dos o tres, exceptuando los eczemas callosos e hiperqueratósicos que exigen más intensa actuación.

Si las tres sesiones no hubieran producido mejoría alguna se actuará nuevamente con filtros de plata o latón.

Wichmann aconseja filtrar siempre, para evitar los rayos muy blandos, con una lámina de aluminio de dos centésimas de grosor. Nosotros creemos preferible no filtrar para hacer cotizable la ligera acción caústica de esos rayos.

El tratamiento es muy cómodo y lo hacen los mismos enfermos. En los eczemas crónicos de los niños es de suma utilidad por las mínimas molestias que produce y lo bien que reacciona al radio la piel del niño.

Liquen y sicosis vulgar.—El liquen es otra dermatosis tratada con éxito por la Radiumterapia. Wickham, Bayet, Blaschko y otros, han obtenido notables curaciones en diversos tipos y localizaciones de liquen.

Según Blaschko, el liquen ruber plano, reacciona al radio menos favorablemente que el verrucoso,

Este último autor, Wickham y Heuss han tratado por el radio varios casos de sicosis vulgar con éxito estimable.

Pruritos.—La acción sedante y analgésica del radio (véase pág. 177) ha encontrado aplicación en los pruritos localizados, los cuales reaccionan muy bien a la Radiumterapia. El prurito anal, vulvar y el del escróto son, por este medio, frecuentemente dominados en absoluto; siempre, rebajados en intensidad.

Wickham y Degrais, Bayet y otros, emplean exclusivamente la radiacción. Schiff utiliza también los lodos radiactivos y las aguas cargadas de emanación para el tratamiento de los pruritos.

Los resultados conseguidos por estos radiumterapéutas y dermatólogos no han podido ser mas lisongeros, obteniendo la curación de la mayor parte de los casos tratados.

Nosotros también tenemos alguna práctica de los efectos del radio sobre los pruritos. aun cuando no tan satisfactoria como la conseguida por otros radiumterapéutas que consideran a esos fenómenos pruriginosos localizados, como las enfermedades de elección de la Radiumterapia.

Es innegable que la acción del radio sobre los pruritos es la sedante; manifestada a veces inmediatamente, en otras después de algún tiempo y previo un período de picor exacerbado,

no significa siempre la curación de tan desesperante molestia. Así nos ha pasado con dos casos de prurito vulvar, de tres que hemos tratado, los cuales parecieron curados en los primeros meses que se sucedieron al tratamiento, pero la picazón volvió a aparecer y las reiteradas aplicaciones del radio que hicimos no nos dieron resultados muy satisfactorios.

El prurito del escroto reacciona, a nuestra manera de ver, mejor que el anal y vulvar.

Las aplicaciones radiactivas se hacen con sólo una envoltura de caucho con objeto de aprovechar los rayos blandos sobre las terminaciones cutáneas de los nervios sensitivos. Para una cantidad de radio de 10 miligramos bastan dos a tres minutos de aplicación repetidos durante cuatro días. A veces es insuficiente esta radiación, por lo que convendrá repetir con filtros de una décima de milímetro y por espacio de ocho o diez minutos.

Los resultados mejores que nosotros hemos conseguido fué en aquéllos casos que produjimos fenómenos irritativos e inflamatorios.

Nevus vasculares y angiomas (1).—En el tratamiento de estas afecciones figurará siempre en primer lugar el nombre de Wickham, pues si bien algunos otros médicos iniciaron la Radiumterapia de los nevus y angiomas, él la dió el verdadero carácter científico que en la actualidad tiene.

Nosotros con estas palabras queremos rendir un tributo de admiración a la memoria del querido Maestro de quien recibimos en su clínica las primeras y más provechosas lecciones de Radiumterapia.

Una de las mayores conquistas de esta rama fisioterápica ha sido conseguida, indiscutiblemente, con el tratamiento de los nevus y angiomas.

Es verdad que, en el espacio de muy pocos años, la terapia de estas afecciones ha sufrido la más profunda transformación. A la penuria de resultados conseguidos con los procederes antiguos, (cruentos, caústicos, físicos y químicos y hasta la

(1) Un accidente ocurrido en el taller del fotograbado nos ha hecho perder la bella colección de fotografías que poseíamos de varios casos de nevus tratados con radio por nosotros.

misma electrolisis) han sucedido los brillantes éxitos alcanzados por la Fototerapia y el radio. Especialmente los de este último son tan generales y completos que dan carácter de elección al tratamiento de los nevus con el radio.

No vamos a establecer comparaciones entre los tratamientos de los nevus; sólo diremos que la electrolisis, el método

Fig. 75.—Nevus pigmentado

Finsen, los ultravioletas de la lámpara de cuarzo, etc., tienen su indicación en determinados casos de nevus (nevus superficiales). Además la primera es dolorosa y de resultados estéticos poco satisfactorios.

El radio, por el contrario influye favorablemente toda clase de nevus, tanto superficiales, como profundos, así como los grandes tumores angiomatosos. Esto tiene la más grande im-

portancia, puesto que esos tumores angiomatosos y nevus tuberosos con bordes difusos, deformantes, que penetran en la cavidad bucal, nariz, ojos etc., y originan verdaderas monstruosidades, antes de la aparición del radio, no tenían tratamiento de éxito.

Además, el radio tiene la enorme ventaja de la bella cica-

Fig. 76.—El resultado estético es mejor que el indicado por la fotografía

triz que produce, condición indispensable de un tratamiento donde la más de las veces se persigue un objeto estético. La cicatriz del radio no es cicatriz como dice muy exactamente Bayet; es una piel casi normal, ligeramente atrófica, lisa, sin ninguna tendencia a la retractilidad y que se pliega siguiendo todos los movimiento que le imprime la mímica.

Inutil parece insistir respecto a la comodidad del proceder

y las ventajas que esto tiene para el tratamiento de los nevus en los niños.

Los resultados conseguidos han sido excelentes en toda clase de nevus vasculares, pero los cuidados de técnica son distintos según se trate de nevus planos, tuberosos o de los grandes tumores giomatosos.

Los nevus vasculares planos o angiomas planos, son muy frecuentes en la cara y alrededor de los orificios naturales, de color rojo más o menos vivo, extendidos en superficie y poco salientes.

Esta clase de nevus exige sumo cuidado con el empleo del radio, puesto que no se trata de llenar otro objeto que el estético representado por un cambio de coloración y es fácil pecar por carta de más. Por eso es conveniente una gran paciencia por parte del enfermo, de la familia y del médico y acudir a las dosis débiles y espaciadas a fin de ir observando el grado de decoloración que se consigue.

Lo mejor es disponer de preparados radiantes de pequeña intensidad y de gran superficie: telas de cuatro o seis centímetros cuadrados de 100.000 actividades provistas de un filtro de aluminio de una décima de milímetro de espesor, o bien las placas ordinarias de 10 miligramos con filtros de plata de medio milímetro. Se hacen, según el preparado, una hora de aplicación durante tres días o bien más o menos tiempo si la intensidad del aparato es más pequeña o mayor de las expuestas; entonces dejaremos pasar quince días para observar el grado de decoloración alcanzado y si este no fuera suficiente insistiremos aumentando el tiempo de reposo.

Cuando la coloración del nevus se va acercando a la de la piel normal suspendemos el tratamiento, ya que algunos meses después se nota siempre una baja en el color y de esta suerte podremos alcanzar un matíz aproximado al de aquélla.

Los bordes del nevus, generalmente poco regulares y circunscritos, ofrecen entrantes y salientes en la piel normal, por lo que es conveniente tratar algunos milímetros de piel sana a fin de esfumar la decoloración y sobre todo la depresión en el caso de producirse.

Por este procedimiento hemos tratado algunos nevus vascu-

lares con brillantes resultados, como tuvimos la ocasión de presentar en la Sociedad de Pediatría de Madrid en la sesión del 20 de Enero de 1916, y donde entre otros casos exhibimos uno de nevus plano de la frente, párpado y nariz que apenas si era posible, por la ligerísima atrofia de la piel y la igualdad de tono de color que conseguimos, distinguir donde estuvo asentado el antiguo nevus.

En todos estos casos hay que huir de los tratamientos rápidos y del método destructivo, porque originan fuerte depresión de la piel y una cicatriz tan brillante que estigmatiza al individuo como antes el nevus y se cubre además con frecuencia de arborizaciones telangiectásicas que la dan un feo aspecto.

En los nevus tuberosos y tumores angiomatosos el resultado del radio es aún más brillante. Estos nevus primitivos o desarrollados a expensas de los anteriores, forman un tumor circunscrito o difuso y con frecuencia producen deformidades de la nariz, párpados, orejas, lengua, etc., dando a estos órganos aspecto de monstruosidad. El color es rojo vivo, azul obscuro o violáceo, según la profundidad de las lesiones.

El tratamiento radiactivo logra hacerlos desaparecer totalmente y se cuentan por centenares en la literatura médica los casos tratados y hechos públicos. Wickham, Bayet, Octavio Claude, Strasmann, Sticker (con el mesotorio) y otros muchos, entre los que nos contamos, han expuesto casos de tumores vasculares curados por el radio.

En la Sociedad de Pediatría de Madrid presentamos dos notables casos de tumor angiomatoso tratados con sorprendente éxito por el radio. Uno de ellos, invadía todo el lado izquierdo de la cara y del cuello, nariz, labios, párpados y oreja, dando a la paciente, una niña de cinco años, un aspecto monstruoso. El tumor era subcutáneo, depresible de color violáceo y surcado de redes venosas dilatadas. En este caso se logró, al cabo de un año de tratamiento con el radio, hacer desaparecer la casi totalidad del angioma, quedando solamente un resto en el labio superior que ha sido muy reducido en tratamientos posteriores. El otro caso, era el de un niño de un mes con un tumor congénito de la cabeza, desde la frente hasta el occipital, de forma

mamelonada, de color azulenco y de rápido desarrollo. A los seis meses de tratamiento se hallaba reducido el angioma a una pequeña masa circunscrita que fué extirpada por el notable cirujano del Hospital de Niños Dr. Arquellada.

En estos casos de angioma hay que suministrar grandes do-

Fig. 77.—Queloides de la cara

sis de rayos, pero no es necesario llegar a producir fenómenos dedestrucción como aconsejan algunos radiumterapéutas. Puesto que el tratamiento es lento, la marcha clinica que ofrezca irá dando la pauta de las nuevas aplicaciones.

El método destructivo deja cicatrices, depresiones y pigmentaciones, que deslucen el resultado.

Los nevus pigmentados ofrecen, como todas las pigmenta-

ciones en general, una gran resistencia al radio. Para hacerles desaparecer es preciso destruirlos, por lo que no debemos comprometernos a un buen resultado estético. Sinembargo con la técnica que nosotros empleamos se consiguen cicatrices muy poco perceptibles. Empezamos por circunscribir la lesión, con

Fig. 78.—El resultado estético ha sido excelente

una lámina de plomo de dos milímetros, y radiamos aquélla durante dos horas con una placa de 2 centímetros cuadrados de superficie y 10 miligramos de radio. Se producen ligeros fenómenos destructivos que terminan por descamación y desprendimiento de una capa superficial del nevus. Todo este proceso se realiza en unos veinticuatro días y entonces se repite la radiación para desprender la capa más profunda. Así hemos

conseguido hacer desaparecer algún nevus pigmentado de la cara sin dejar cicatriz muy manifiesta.

Tambien por el mismo procedimiento tratamos con éxito dos casos de tatuaje accidental en la parte superior del pecho de una dama.

Linfangiomas.—Hemos tratado un caso de linfángioma congénito de la pierna derecha de un niño. Un caso inoperable que producía enorme elefantiasis. Al año de tratamiento el tumor era perfectamente operable pues estaba reducido a una masa circunscrita colacada en la parte externa de la rodilla. La familia no permitió la operación llevándose al niño al pueblo de procedencia por lo que no tenemos noticias de la marcha ulterior de la lesión.

Neoformaciones epiteliales.—Poco tenemos que añadir a lo dicho en el capítulo Cáncer. Balzer y Barcat consiguieron la regresión de un adenoma sebáceo por la acción del radio. Sanchez Covisa, notable dermatólogo de Madrid, trató con excelente éxito un epitelioma asentado en una mancha de xeroderma pigmentosun.

Leucoplasia.—Esta afección frecuente en la mucosa bucal, especialmente en la parte anterior de la lengua, es el terreno donde generalmente se desarrolla el cáncer de aquel órgano. De aquí el interés de tratar esta queratosis mucosa. Bayet Wichkam y otros radiumterapéutas citan varios casos de leucoplasias curadas por el radio empleando métodos destructivos y también con aplicaciones filtradas a través de una lámina de plomo de un décimo de milímetro de espesor. Nosotros empleamos este último medio con bastante buen éxito si bien hallamos algún leucoplasia que reaccionó débilmente, por lo que nos vimos precisados a recurrir al aluminio ($^1/_{10}$ de milímetro).

Queloides y cicatrices hipertróficas.—El radio es el tratamiento de elección del queloide.

Esta neoplasia, que responde a los agentes terapéuticos con un reforzamiento de su actividad (Wickham) o como dice Bayet «se comporta como un tumor benigno y recidiva como maligno», ha encontrado en el radio su tratamiento definitivo. Por la acción de éste se le ve regresar con rapidez hasta dejar la piel sana, y contrariamente a lo que sucede cuando se la extirpa por otros medios, no recidiva.

El tratamiento del queloide espontáneo debe hacerse con aplicaciones filtradas a fin de no producir la cicatriz, propia de los métodos destructivos, sobre todo si la lesión está en la cara.

Nosotros hemos tratado con éxito algunos queloides sin dejar apenas cicatriz. Un caso de queloide preesternal, en una señorita, reproducido después de dos intervenciones qui-

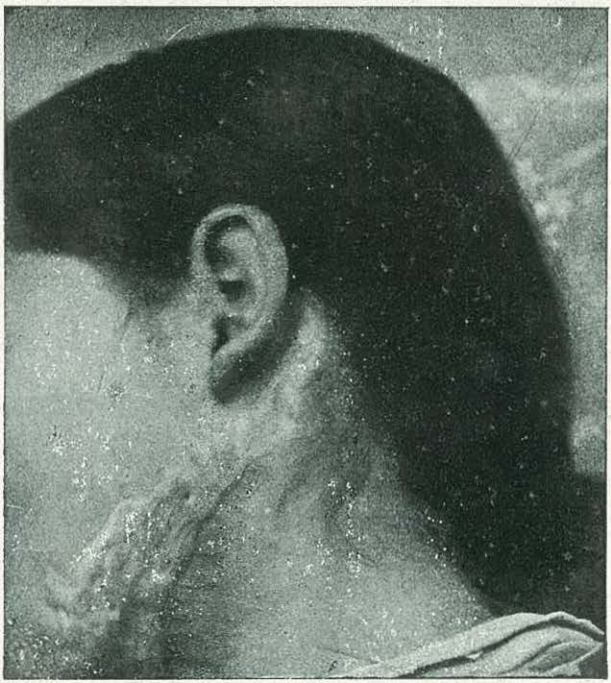


Fig. 79.—Cicatriz hipertrófica consecutiva a quemadura

rúrgicas, cada vez con más actividad, le hicimos desaparecer rápidamente en veinticinco días, con diez aplicaciones de una hora con una placa de 10 miligramos de radio con filtro de 5 décimas de plomo.

Las cicatrices hipertróficas ceden también a la radiación radiactiva. Aquí es preciso llegar a la destrucción de los tejidos hipertrofiados que se llegan a nivelar completamente, como lo demuestra las fotografías núms. 80 y 81.

Se puede obtener también la desaparición de la hipertrofia sin acudir al método destructivo, si se prolonga el tratamiento. Esto habrá que tenerlo en cuenta al tratar cicatrices de cara y cuello y, si en primer término, se persigue un objeto estético.

Verrugas.—Las verrugas reaccionan muy favorablemente al radio. Dos o tres horas de radiación con 10 miligramos de radio con cubierta de caucho, previa la correspondiente defensa

Fig. 80.—A los tres meses de tratamiento

de plomo, es bastante para iniciar ligeros fenómenos inflamatorios y que desaparezcan aquéllas por completo a los quince o veinte días.

Pelada.—Una placa de radio de 10 miligramos aplicada con una envoltura de caucho sobre una placa de pelada durante una hora produce a los pocos días un eritema y más tarde descamación, observándose a las tres semanas la aparición de pelo en el punto tratado. El hecho es tan manifiesto que sólo

sale el pelo en la parte que ocupó la placa, destacándose del resto de la superficie peládica.

Otras afecciones de la piel.—Muchas otras enfermedades de la piel han sido influidas por el radio con resultados satisfactorios. Unas, por tratarse de enfermedades poco frecuentes, otras por contar con agentes terapéuticos de bastante eficacia y algunas por tratarse de casos aislados, no han entrado en la práctica corriente o continúan en estudio.

Fig. 81.– La cicatriz se ha borrado casi completamente.

La micosis fungoide y sarcomatosis idopática de Kaposi, (Bayet); Grano de Alepo, (Kahler); Queratosis senil, (Balzer); Ictiosis, sifílides papulo necróticas vegetantes, úlceras varicosas; acne rosácea, y rinofima, (Wickam) y otras muchas han sido tratadas con exito por el radio.

Especialmente las queratosis y el rinofima son justiciables del tratamiento radiactivo.

XVII. Radio en Oftalmología

La Oftalmología ha encontrado también en el radio un auxiliar terapéutico de singular acción. Tal vez nuevos estudios le permitan ampliar su concurso a curaciones transcendentales que, como la ceguera, ocupa perpétuamente el pensamiento de los sabios y el corazón de todos los hombres.

Desgraciadamente las esperanzas que hizo concebir a raiz de su descubrimiento se han ido disipando con esos nuevos estudios y apenas si hoy queda recuerdo del entusiasmo provocado por Londón, cuando en 1903 hizo públicos sus trabajos acerca de la posible curación de los ciegos por la influencia del radio.

Ya los estudios de Darier, Sachs, Giessel y Javal (véase pág. 86) habían puesto de manifiesto la acción fluorescente de los medios del ojo por intermedio de los rayos radiactivos, pero no llegaron a las conclusiones de London, tan deseadas como prematuras.

Este último autor examinó numerosos ciegos encontrando unos, de muy débil sensibilidad a la luz que reaccionaban a la influencia del radio con sensaciones luminosas, aun en plena claridad, con la sola aproximación al ojo de aquel elemento; otros, en condiciones aun de percibir la luz de las tinieblas, pero incapaces de percibir los objetos, llegaban a percibir en la obscuridad las siluetas de los objetos proyectados en la pantalla de platino cianuro de bario fluorescida por los rayos radiactivos. El preparado de radio se colocaba en estos ensayos a la altura de los ojos.

También London hizo notar que si se coloca un preparado de radio a 10 o 15 centímetros del ojo, de la frente o de la sien, se produce una excitación de la retina o de los centros cerebrales de la visión que da origen a percepciones de luz. En

estos fenómenos creía London que no intervenían los medios del ojo, puesto que el ensayo se realizaba con los ojos cerrados y vendados.

Podía pensarse dadas estas experiencias que, bien excitando los centros cerebrales de la visión o bien como opinaba Maritz Sachs, sensibilizando a las impresiones luminosas la cara posterior de la retina, tendríamos un medio de dotar a los ciegos de su perdida capacidad para la percepción de las imágenes.

Las experiencias de London fueron bien pronto repetidas por otros experimentadores, entre ellos Holzknecht, Schwarz y Greeff, quienes comprobaron que los fenómenos descritos por London como excitadores de retina o de centros cerebrales eran manifestaciones fluorescentes de los medios del ojo percibidas por personas que no tenían abolida en absoluto la sensibilidad a la luz. Himstedt y Nagel opinan que el cristalino y el humor vítreo son los que se ponen fluorescentes por la acción del radio, fluorescencia que percibe la retina como una luz difusa de un tono verde mar, lo mismo la de un indivíduo sano que la de un ciego, pero siempre que no haya perdido en absoluto la sensibilidad para la luz.

Por otra parte los rayos del radio están incapacitados para formar foco en la retina o centro visual, cuanto que no se reflejan ni se refractan.

En realidad el asunto no ha pasado de una exploración superficial y es posible que estos hechos constituyan el núcleo de nuevos trabajos a los que acompañe el éxito. Mientras tanto, se puede afirmar que el radio no ha resuelto ningún problema de terapéutica oftalmológica planteado más allá de la córnea.

En las enfermedades de los medios externos del ojo se han hecho numerosos ensayos seguidos algunos de éxito. Nada hemos de decir de las afecciones tumorales porque sería repetir lo expuesto en otros capítulos, pero sí hemos de hacer resaltar la importancia que tiene en estas afecciones la bella cicatrización del radio que evita los ectropión y demás defectos de las retracciones de estos tejidos.

También las propiedades analgésicas del radio se han apro-

vechado para tratar algunas afecciones que, como la iritis, van acompañadas de intenso dolor.

Parece ser que en manos de Flemming ha dado buen resultado.

Una aplicación interesante del radio ha sido la iniciada por Cohn, quien trató de curar el tracoma por intermedio de los rayos radiactivos, consiguiéndolo en varios casos con radiaciones de 10 a 15 minutos con un preparado de un miligramo de radio. También Selinkwsky obtuvo buenos resultados en siete casos que hizo públicos. Este autor radiaba primero con un miligramo de radio, después con 10. La curación se obtuvo sin cicatriz alguna. Peores resultados halló en el *panus granuloso*, al contrario que Dingen, Steiner y otros oftalmólogos que alcanzaron una favorable acción sobre dicho tracoma. Dingen observó que cuanto más jóvenes son los enfermos tanto mejor reaccionan al radio.

A los resultados de estos autores (Cohn, Dingen, Selinkowsky, Neuschuler, Meckelow y otros) hay que oponer los conseguidos por Birch-Hischfeld y Jacoby los cuales, reconociendo una acción favorable del radio en el tracoma, afirman que es transitoria y que bien pronto las granulaciones tracomatosas vuelven a aparecer; es decir, que el radio no posee efecto específico sobre el tracoma. Probablemente, como opina Jacoby, su intervención se reduce a un efecto bactericida sobre el coco productor de la enfermedad y como la acción antiséptica del radio es muy limitada a no emplear fortísimas dosis, estas serían perjudiciales para los tejidos.

Es más, la acción bactericida de las substancias radiantes, por lo menos en lo que respecta a los bacilos de la tuberculosis, es más pequeña que la de los rayos del sol como Flemming y Krusius han demostrado experimentalmente.

Ensayos posteriores en una serie crecida de casos y con la más variada antigüedad en la afección, han venido a confirmar lo difícil que es hallar un agente curativo contra tan infectante y rebelde enfermedad; pero al mismo tiempo han abierto un nuevo camino y una esperanza de encontrarla.

En lesiones como en el leucoma se han obtenido favorables resultados con el radio. Otras enfermedades de la córnea,

queratitis intersticial, parenquimatosa (Darier), úlcera serpiginosa, reaccionan bien el radio.

La córnea se presenta como muy resistente al radio, como Chalupetzky y Flemmin han demostrado con un gran número de experiencias. Nosotros lo manifestamos hace algunos años (Congreso de Pediatría de Mallorca-1914) por observaciones clínicas repetidas, fundamentándolo en la necesidad que tiene la córnea como guardián avanzado las partes sensibles del aparato de la visión, de impedir el paso de ciertos rayos irritantes del espectro.

Nosotros hemos tratado dos casos de catarata traumática con el radio y los resultados han sido negativos. Hay que tener presente lo difícil que es mantener aplicado el radio sobre la córnea, para juzgar el fracaso.

XVIII. Aplicaciones del actinio

Como las demás substancias radiactivas, el actinio ha sido ensayado con carácter terapéutico especialmente por Czerny y Caan.

Se hicieron en primer lugar las experiencias convenientes para determinar la toxicidad del actinio X inyectando subcutáneamente dosis progresivas en conejos, llegando a fijar como inofensiva la dosis de 15 centigramos.

Entonces, se emplearon en inyecciones intratumorales, disoluciones del referido cuerpo en suero fisiológico, en algunos casos de cáncer de mama, recto, sarcoma y linfosarcoma, comenzando con dosis pequeñísimas—uno o dos centígramos—que fueron elevándose lentamente.

Los resultados conseguidos parecieron favorables en el cáncer de mama y manifestados por rebaja del volúmen tumoral, necrosis en algunos casos y aumento de nutrición. Los demás tumores tratados, reaccionaron mal a la disolución de actínio, especialmente el del recto.

Actualmente se ensayan en distintas clínicas las combinaciones de esta substancia radiactiva con el radio, sin que hasta la fecha se hayan hecho públicos; bien es verdad que el genio humano dedica actualmente su actividad a colaborar, con los males, en una obra de destrucción y de muerte.

FIN

Indice de Materias

Préface I
Prólogo del Autor XI

PARTE FÍSICA

Páginas

I.—Radiactividad 1
Noción histórica.—Demostración de la existencia de la radiactividad.—¿La Radiactividad es una propiedad general de la materia?—Rayos de Becquerel.

II.—La Radiación 11
Rayos alfa.—Rayos beta.—Rayos gamma.—Comparación entre los rayos procedentes de los cuerpos radiactivos y los emanados de la ampolla de Crookes.

III.—Transformaciones y familias radiactivas 24
Teoría de la desintegración atómica.—Familias o grupos radiactivos.—Tablas del Uranio, Torio y Actíneo.

I. Familia del Uranio

Uranio.—Radiouranio.—Uranio X.—Ionio.—Radio.—Radioemanación 41

II. Grupo radiactivo

Torio.—Mesotorio.—Radiotorio.—Torio X.—Torioemanación 50

III. Grupo radiactivo del Actinio

Actinio.—Radioactinio.—Actinio X.—Actinioemanación 53

IV.—Yacimientos y Minerales radiactivos 54
V.—Medida de la Radiactividad 59
VI.—Radiactividad de las fuentes medicinales 66

PARTE BIOLÓGICA

Páginas

VII.—Acción de la radiactividad sobre los seres vivos 72

Efectos de la radiación

Acción sobre las células animales y vegetales.—Acción sobre los tejidos y los órganos.—Acción sobre el desarrollo embriológico.—Acción sobre las bacterias y toxinas bacterianas 95

Efectos de la emanación

Acción biológica general.—Acción sobre los fermentos.—Acción sobre la sangre, corazón y vasos. 110

VIII.—Foto-actividad y Escotografía. 113

PARTE TERAPÉUTICA

IX.—Emanoterapia 120

Procedimiento por inhalación. Emanatorios.—Procedimiento por bebida.—Baños de emanación.—Procedimiento ionoterápico.—Procedimiento por inyección.—Series del Torio y Actínio 142

X.—Reumatismo y Gota 145

Reumatismo agudo.—Reumatismo crónico.—Gota. 122

XI.—Enfermedades de la sangre y otras indicaciones 161

Leucemia.—Anemia perniciosa.—Diabetes sacarina.—Enfermedades del corazón y vasos.—Nefritis.—Enfermedades del aparato respiratorio.—Tuberculosis.—Tos ferina.—Impotencia.—Otras enfermedades 175

XII.—Enfermedades del sistema nervioso 177

XIII.—Terapia radiactiva en las fuentes medicinales 180

XIV.—Radiumterapia 191

Preparados radiantes. Tubos. Cápsulas. Aparatos a sales pegadas o al barniz. Sales.—Filtros.—Técnica de aplicación.—Efectos de la radiación sobre los tejidos normales y patológicos. 217

Páginas

XV.—Cáncer 242

Epitelioma de los labios.—Epiteliomas de la cavidad bucal.—Cáncer del esófago, estómago y recto. Epiteliomas de la región ocular, nasal, auricular y laríngea.—Cáncer del pene.—Cáncer del pecho.—Cáncer en los órganos genitales de la mujer.—Epitelioma de la piel.—Cánceres conjuntivo-vasculares 284

XVI.—Radio en Dermatología 289

Radiumdermitis.—Depresiones.—Pigmentaciones.—Telangiectasias.—Depilaciones.—Lupus.—Escrofulodermias e infiltración ganglionar.—Psoriasis.—Neurodermitis y eczemas.—Liquen y sicosis vulgar.—Pruritos.—Nevus vasculares y angiomas.—Linfangiomas.—Neoformaciones epiteliales.—Leucoplasia.—Queloides y cicatrices hipertróficas 312

XVII.—Radio en Oftalmología 316

XVIII.—Aplicaciones del actinio 320

Bibliografía Consultada

Abbe.—Radium in der Chirugie. («Deutsche med. Wochenschr», núm. 37).

» —Discusiones habidas en «Annual Convención ofthe American Surgical Assc.» (Referencia de «The med. Press», London, 1915).

Aikins.—Toronto. Personal esperiencies with Radium. («Medical Press», Enero, 1915).

Aschoff, Karrl.—Die radioaktiven Heilmittel des Radium-Solbades Kreuznach. (Früjahr, 1910).

» —Das Vorkomen von Radium in den Kreuznach Solquellen. «Münch med.», 1905).

Aza y Macau.—El cáncer del útero. (Folleto, Madrid, 1917).

Barcat y Delamarre.—Le radium dans le traitement des neuralgies y des neuritis. («Arch, d'électricité», 1908).

Barcat.—Traitement de un naevus vasculaire plan par le radium. («La Presse Medicale», 1909).

Blandamour.—Traitement du lupus par le Radium. (París, 1912).

Blasko.—Erfahrungen mit Radiumbehandlung («Deutsche med. Wochenschr», 1906).

Batelli, A. Occhialini y Chella.—La Radioactivité. Tr. francesa de Mme. Th Batelli. (París, 1910).

Bayet.—Le Radium: ses effectes therapeutiques. (Bruxelas, 1910).

Besson.—Le Quatrieme Etat de la Materie. (Paris, 1900).

» —Le radium et la Radioactivité. (Paris, 1905.)

Bergell und Bickel.—Experimentelle Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Radioaktivität der Mineralwäser («Zeitschr, für klin. Med.» 48 y 50, 1916).

Berget.—El Radio y las nuevas radiaciones. (Madrid, 1904).

Bertolotti.—Sur les resultats obtenus avec les boues radioactives. Etude sur les propietés biologiques des rayons de l'actinium. («Annales de l'Ectrobiologie et Radiologie», Extract al fasciculo 10, Lille).

Breda.—Il radium contro gli angiome. (Venise, 1910).

Browning (E. Phihp).—Introducción to the rarer elements. (London, 1908).

Bruns.—Radium und mesotorium die neuesten Heilmittel. (Oldenburg, 1914).

Butler, Sismeto, Susviela y Guarch.—(«Revista médica del Uruguay», Agosto, 1914. Dedicada exclusivamente a Radiumterapia).

Calatayud Costa.—Algunas consideraciones acerca de la Radiumterapia del cáncer uterino. («Los Progresos de la Clínica», Septiembre, 1916).

Candela y Pla.—Radiumlogía, Radiumterapia, Radiumclínica. (Valencia, 1916).

Claude G.—Le Radium. (París, 1905).

Claude O.—Application de boues radiactives en thérapeutique. («Archives Gener. de Med.», Julio, 1909).

Colwell, Hector a.—Radium, X Rays, and the living cell. (London, 1916).

Curie (Pierre).—Ouvres publiees par les soins de la Societé Française de Physique. (Paris, 1908).

Curie (Mme. P.).—Traité de radioactivité. (París, 1910).

Czerny.—Bemerkung über die Inyektion von Radiumprapäraten bei malignen Tumoren. («Deutsche med. Wochenschr», 1909).

Daniel J.—Radioactivité. (París, 1909).

Danne J.—Le Radium, sa préparation et ses propriétés. (París, 1904).

Doelter C.—Das Radium und die Farben. (Dresde, 1910).

Delbet, Menetrier y Herrenschmidt.—Essai de nomenclature des Cancers pour l'usage international. (Publicaciones de la Conferencia internacional del cáncer. París, 1910)

Dominici.—Phisique du radium. Action du radium sur les tisus normaux. Les maladies cancerosas. Traitement. Outillage. Effects therapeutiques. («Archives Generales de Medicine», Julio 1909, Paris).

Fabre.—Application du radium en Ginecologie. («Arch. Med.», 1909).

Foveau de Courmelles.—Les applicationes médicales du radium. (París, 1904).

Georges (Claudio).—Le Radium et les Nouvelles Radiationes. (París, 1905).

Gregory F. W.—Geology of to-day. (London, 1915).

Gruner.—Kurzes Lehrbuch der Radioaktivität. (Berne, 1911).

Galvez Ginachero.—Impresiones clínicas acerca del tratamiento del cáncer uterino por el radio. («Los Progresos de la Clínica», 1916).

Gaucher et Dominici.—Bulletins et Memoires de la Société medicale des Hopitaux de París. (Extracto, Abril, 1908).

Gunther Bugge.—Strahlungserscheinungen, Ionen, electronen und Radioaktivitä. (Leipzig, 1911).

Haret.—Comunicado por Beclere. Sur un travail de Haret relative a un nouveau procèdè de Radiumtherapie. («Bullt. de L'Acadèmie de Med.» París, Mayo, 1911).

His W.—Die Behandlung der Gicht und des Rheumatismus mit Radium. («Berl. Kklin. Vochenschr» núm. 5, 1911).

Jacoby.—Zur Radiumbehandlung des Tracoms mit Radium. («Deutsche med. Wochenschr», 1906).

Kahn.—Traitement des Ulceres Variqueux Rebelles par les boues radio actives actiniferes. (Paris, 1912).

Klemperer y Meidner.—Tratamiento de los tumores inoperables.

Kienböck.—Radiotherapie. (Stuttgart, 1907).

Lazarus.—Handbuch de Radiumbiologie und Radiumtherapie. (Viena, 1913)

Lazarus Barlow.—Radioaktivity and carcinoma an experimental inquiry. («The Lancet», Junio, 1909).

Lipliaswsky und Lungwitz.—Die Radioelemete in der Heilkunde. (Berlin, 1914).

Lodge (Sir Oliver).—Radioaktivität und Kontinuität. (Leipzig, 1912, 1913 y 1914).

Loewenthal, Gudzent, Sticker y Schiff.—Grundriss der Radiumtherapie. (Wiesbaden, 1912).

Macower (W.).—The radioactive Substances, their Properties and Behaviour. (London, 1908).

Matut.—La Radioactivitè. («Arch. de Med.», Julio, 1909).

Muñoz del Castillo.—La Radioactivitè des Eaux du Lerez. («Archives des Sciencies Physiques et Naturelles», Extracto, 1908).

» —La Carte de la Radioactivité mineral et hidrominerale de l'Espagne. («Bollt. del Labo. de Radiactividad de Madrid» núms. 1 y 2, 1909).

Mommeneu, Lopez Sancho, etc.—Sesiones dedicadas a Radiumterapia en el Instituto Médico Valenciano. («La Medicina Valenciana», Julio, 1917).

Niewenglowski.—Le Radium. (Paris, 1908).

Perrin (Jean).—Les Atomes. (Paris, 1913).

Rada, Diaz de.—Causas probables de la radiactividad de las aguas minerales. («Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica» números 5 y 6, Madrid, 1916).

Recasens. Nuestra experiencia personal en el tratamiento del cáncer del útero por medio del radio y mesotorio. (Madrid, 1914).

Rutherford.—Die Radioaktivität. Traducción alemana por Aschkinass. (Berlin, 1907).

Sánchez Covisa.—Epitelioma sobre xeroderma pigmentosum curado por el radio. («Anales de la Acad. Médc. Quirg.», Madrid, 1914).

Saubermann.—Die Heilwirkung des Radium. (Berlin, 1914).

Soddy (F.).—Die Natur des Radiums (Traducción alemana de Siebert, Leipzig, 1909).

» —Die Chemie des Radio-elemento. (Traducción alemana de Max Yclé, Leipzig, 1912).

» —Die chemie des Radio-elemento, segunda parte. (Traducción alemana de Max Yclé, Leipzig, 1914).

Szilard.—Comment on mesure la radioactivité. Un apareil a indicación directes. («La Nature», 4 Julio, 1914).

Szilard.—El hombre bajo la influencia de los factores biológicos radiactivos (Conferencia en la Sociedad de Hidrología de Madrid, «Anales» de la referida Sociedad núms. 3 y 4, 1917).

Turner.—Radium; its Physics and Therapeutics, segunda edición. (Edimburgo, 1914).

Touchar.—Application de la radiumtherapie au traitement des afecciones nerveuses. («Arch. de Med.», 1909).

Velasco Pajares.—Un nuevo tratamiento de la tos ferina por el nitrógeno y emanación radiactiva. (Folleto, 1910).

» —Epiteliomas de la piel y radio. (Folleto, 1912).

» —El radio-elemento en Pediatría. (Comunicación al Congreso de Pediatría de Palma de Mallorca, 1914).

» —Crítica de las unidades radiactivas. (Comunicación al Congreso Internacional de Hidrología, 1913).

» —Angiomas tratados por el radio. (Comunicación a la Sociedad de Pediatría de Madrid, 1916).

» —Cáncer y Radio (Artículos en «España Médica», núms. 140 y 141, 1914).

» —El procedimiento de Bayet (Artículo en «España Médica» número 192, 1916).

» —Acción de las aguas radiactivas sobre los fermentos. (Comunicación a la Sociedad Española de Hidrología Médica, «Boletín» de la referida Sociedad núm. 5, 1917).

» —Terapia radiactiva en las aguas minerales. (Comunicación a la Sociedad de Hidrología, «Boletín» de la referida Sociedad núm. 8, 1917).

Waltet C. Stevenson.—The Therry and technique of a new method of Radivmtherapy. («The med. Press», Febrero, 1915).

» —An economical method of using radium for therapeutic Purposes. («The med. Press», Marzo, 1914).

Werner.—Zur lokalen Sensibilisierung un Immunisierung der Gewebe gegen die Wirkung der Radiumstrahlen. («Deutsche med. Woschenschr», 1905).

» —Zur Kenntnis und Verwertung der Rolle des Lezitthins bei der biologischen Wirkung der radium und Röntgenstrahlen («Deutsche med. Wochenschr», 1915).

Wicchmann P.—Radium in der Heilkuude (Hamburgo, 1911).

Wickham y Degrais.—Radiumtherapie. (París, 1912. seg. edic.).

REVISTAS ESPECIALES

Archives D'Electricite Médicale, dirigida por Bergonié.—Bordeaux.

Le Radium, por Md. Curie, d'Arsonval, etc.—Paris.

Mitteilunge aus dem Institut für Radiumforschung, publicaciones de la «kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Vien».

Physikalische Zeitschrift, S. Hirzel.—Leipzig.

Radium in Biologie und Heilkunde, dirigida por Gudzent y Marckwal.—Leipzig.

Strahlenterapie, dirigida por el profesor Falta.—Berlín-Viena.

Zeitschrift für Rôntgenkunde und Radiumforschung, dirigida por P. Krause.—Leipzig.

Zentralblatt für Röntgenstrahlen Radium und ver. Geb. dirigida por Stein, Bockenheimer y Bergmann.—Wiesbaden.